

BULLETIN
OF
TOHOKU REGIONAL
FISHERIES RESEARCH LABORATORY

LIBRARY
MAR 19 1962
FISH & WILDLIFE SERVICE

東北海区水産研究所 研究報告

第19号

水 産 庁

東北海区水産研究所

宮城県塩釜市

昭和36年3月

TOHOKU REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

SHIOGAMA, MIYAGI PREF., JAPAN



Digitized by the Internet Archive
in 2026

東北海区水産研究所 研究報告 第 19 号

目 次

東北海区南下サンマの主産卵期と主産卵場	{ 木福 村島 喜之助 小相 達沢 信 一 幸 繁雄	1
東北海区に於ける漁期以外のサンマ群の分布と 胃内容物にみられるサンマの原形復原について	{ 堀 田 秀 之 相 沢 幸 雄	42
東北海区に於ける魚群と海鳥群の観察	{ 堀 田 秀 之 小相 達沢 信 一 幸 繁雄	49
東北海区に分布する魚類の生態と東北海区 の漁場構造についての研究 (予報)	{ 川 崎 健 永 沼 璋	72
東北海区におけるハダカイワシ科魚類の研究 I. 種類と分布	小 川 達	81
東北海区におけるハダカイワシ科魚類の研究 II ススキハダカ <i>Myctophum affine</i> TEMMINCK et SCHLEGEL	{ 小 達 繁 小 川 達	90
東北海区における稚魚の研究 I. マサバ <i>Pneumatophorus</i> <i>japonicus</i> (HOULTUYN)	小 達 繁	98
Eggs and Larvae of Flatfishes in the coastal Waters of Hokkaido. V. Embryonic Development of the Flatfish, <i>Xystrias grigorjewi</i> (HERZENSTEIN)	Tatsuo Yusa	109
An Example of the Short-period Fluctuation of the Oceanographic Condition in the Vicinity of the Kuroshio Front	{ Hideo Kawai Minoru Sasaki	119
アカザラガイ <i>Chlamys farreri nipponensis</i> KURODA の増 殖に関する研究 第 II 報 生殖巣の週年変化について	{ 菅 野 尚 谷 田 専 治	135
垂下養殖カキの附着生物に関する研究 第 3 報 カキの生 長・身入りに及ぼす影響	{ 谷 田 専 治 菊 地 省 吾	142
種ガキ採苗器の附着生物による汚染とカキ稚貝の附着率	{ 菊 地 省 吾 谷 田 専 治	149
松島湾産カキの発生に及ぼす水温・塩分の影響	菊 地 省 吾	154
仙台湾におけるカキ幼生の分布について	{ 菊 地 省 吾 菅 野 重 尚 佐 藤 勝 佐 野 孝	164
サケ卵発生中のビタミン A およびカロチノイドの変化	{ 山 村 弥六郎 武 藤 清一郎	171

東北海区南下サンマの主産卵期と主産卵場※

木 村 喜 之 助
福 島 信 一
小 達 繁
相 沢 幸 雄

MAIN SPAWNING SEASON AND GROUND OF THE PACIFIC SAURY MIGRATING SOUTHWARDS IN TOHOKU KAIKU

By

Kinosuke KIMURA, Shin-ichi FUKUSHIMA,
Shigeru ODATE and Yukio AIZAWA

The catch of the Pacific saury *Cololabis saira* in Tôhoku Kaiku, the northeastern sea area of Honshû, in the fishing season from September to December generally consists of two groups of different sizes: the large (over 30 cm in body-length) and the medium (shorter than 30 cm). The small size group (shorter than 20 cm) seldom appears in the catch.

From the end of October, we can abundantly collect the newly hatched larvae of the Pacific saury in Tôhoku Kaiku, which are estimated to have been spawned at the beginning of October. But at the market, we cannot find so many matured fish as we have expected all through the season. So the matured fish must have stayed away from the fish-luring light on the boats and left the fishing ground.

The gonad of the Pacific saury reaches maturity when the body grows to be 30 cm long, so the larvae collected at the end of October must have been spawned from the large size group, specially from the larger fish in the large size group.

As for the body-length distribution of the large size group, the frequencies of 30-31 cm and 31-32 cm classes are predominant and are nearly equal in September, but the frequency of the latter suddenly decreases at the beginning of October. This fact shows that a part of 31-32 cm class has deserted from the fishing ground and that these runaway fish must be the parents of the larvae described above.

The surveys of the distribution of the larvae in October and November had been operated since 1954 and we could collect a remarkably great number of larvae in 1954, '55 and '57, but they diminished in 1956 and '58.

In 1956, the large sized fish did not appear in the fishing ground at all and only the medium group was found in the catch. So the amount of larvae collected in the year was naturally very small.

In 1958, though the large size group was abundantly caught, the larvae were scarcely collected. The frequency of 31-32 cm class was extremely lower than that of 30-31 cm class and the ratios of

the frequency of 31–32 cm class to that of 30–31 cm class were almost equal both in September and October. Consequently, it could be assumed that the separation of the larger sized fish from the large size group had occurred before the season and the spawning in October had not been taken place near the fishing ground.

From the end of October or the beginning of November, the ratio of the frequency of the large size group with the mode at 30–31 cm class to that of the medium size group gradually decreases with the advance of time and, by the amount of decrease in ratio, we can estimate the most active spawning period.

As the fishing ground is on the north of the Kuroshio front in November and December, the spawning in this period must also be taken place in the Kuroshio front.

The surveys of the larval distribution in the area south of the Kuroshio front were carried in January to March of 1957 and in February and March of 1958. And by far a greater amount of larvae were collected compared with those which were collected in Tôhoku Kaiku in October and November.

As previously described, the larvae did not amount so much in Tôhoku Kaiku in October and November of 1956 owing to the lack of large sized group in the fishing ground, but they were abundantly found in the survey of January to March of 1957, and especially a large quantity of them appeared in the extensive region of lat. 31–35°N, long. 140–148°E. Most of the samples of the larvae were of comparatively large size with 3–7 cm length. They were considered to have been spawned in the end of autumn of the preceding year in the region of the Kuroshio front.

Therefore, though the large size group was hardly caught in the fishing season, it must have appeared in Tôhoku Kaiku but separated from the medium size group before the fishing season and migrated southwards earlier than the medium size group, as explained in the Kimura's Theory of congregation and separation of fish by oceanographic condition (Kimura 1956).

In the southern area of Honshû, Shikoku and Kyûshû, i.e., in the area of lat. 28–35°N, long. 130–140°E the farther proceed the regions of survey westward, the smaller the amount of the collected larvae.

The larvae spawned in the region along the Kuroshio front are carried eastwards by the current. The Kuroshio front turns southwards at about long. 147°E (shown as in Figs. 14, 15, 23 and 25), so the larvae hatched near the Kuroshio front also drift southwards with the current.

When the water-mass of the Kuroshio current flowing southwards attains at a certain amount, it tends to make the isolated cold water-mass parted from the cold region in the north. Such an isolated water-mass is often observed in the surveys (Figs. 19 and 27). On account of such mechanism, the larvae distribute widely in the southern region.

The Pacific saury in 28–29 cm and 29–30 cm classes in autumn are carried to the south of Kuroshio front, where they grow more than 30 cm long in winter and spawn.

The population of 28–29 cm and 29–30 cm classes is far smaller than that of 30–31 cm and 31–32 cm classes in autumn, so the total amount of eggs spawned in winter by the former group must also be very small compared to the amount of those spawned by the latter in October to December of the previous year.

The fish of the predominant size class with 27–28 cm in length which corresponds to the mode of the body-length distribution of the medium size group in the fishing season of autumn, attains to 30 cm in May and June of the next year and spawns.

This spawning must also be taken place chiefly in the Kuroshio front region because the parent fish as well as the young fish migrate northwards in spring and spawn in the frontal region. Owing to the large population of the parent fish, a great amount of eggs can be estimated to be spawned in May and June.

But as to the spawning of the fish migrating northwards in May and June, the discussion is omitted in this report.

目 次

まえがき	
I サンマ稚魚の秋季発生状況	[II] 南下サンマの主産卵期・主産卵場に就いての考察
I, 1) 東北海区秋の調査資料	(II, 1) 東北海区で採集された秋の稚魚に就いて
I, 1, 1 稚魚採集記録	(II, 2) 黒潮前線以南で採集された冬の稚魚に就いて
I, 1, 2 稚魚の体長組成	(II, 3) 産卵親魚及び稚魚の黒潮前線上の漂流
I, 2) 従来の黒潮前線以南におけるサンマ群及びサンマ稚魚の記録	II, 3, 1 黒潮前線上の漁場の東漸
I, 2, 1 サンマ成魚の発見記録	II, 3, 2 黒潮前線上の水塊の漂流速度
I, 2, 2 サンマ稚魚の採集記録	(II, 4) 冬季サンマ群の分布水域
I, 3) 黒潮前線以南水域のサンマ調査	II, 4, 1 サンマ魚群の黒潮前線横断に就いての考え方
I, 3, 1 昭和 32 年 1 月～3 月の調査	II, 4, 2 本州沿いに西方へ移動するサンマの魚群量
I, 3, 2 昭和 33 年 2 月・3 月の調査	(II, 5) 結論
I, 3, 3 採集稚魚の体長組成	要約

ま え が き

サンマの稚魚は本邦を取巻く海洋の何処かで周年採集されているから、サンマの産卵は 1 年を通じて行われることになる。然し稚魚の採集される時期は南と北とで著しく相違する。そこで問題には本邦の沖合のどの水での時期に産卵が最も大量に行われるかと云う事である。

対馬暖流開発調査 5 ケ年の結果を纏めた深沈の報文 (1959) によると、日本海のサンマの産卵期は北上サンマ群による 6 月を中心とする時期と南下サンマ群による 11 月を中心とする 2 期が特に顕著である。

太平洋側でも 5 月駿河湾へ 2 (cm) 前後のサンマが大量来遊し、定置網の中で盛に産卵した状況を、著者襲々漁夫から聞いた。又昭和 24 年の 5 月・6 月干葉県水産指導船 ふさ丸が常磐沖合で大量のサンマ稚魚採集し、最近では昭和 33 年～35 年実施された『黒潮前線から分離する暖水塊の漁場形成機巧』の調査 (未表) でも、5 月・6 月常磐・三陸の近海で大量のサンマ卵及び稚魚が採集されているから、この方面の主産卵が 5 月・6 月である事は間違いない。

一方秋の南下群の産卵状況は、稚魚調査の結果によると 10 月下旬頃から稚魚の捕獲を見る様になり、孵化数・成長量等を考慮すると、10 月上旬頃から産卵が大規模に行われる事を推定し得る。又冬季伊豆諸島の南 (鳥島周辺) では毎年 2 月頃サンマ稚魚が大量に採集されるので、11 月～1 月頃の産卵量も相当大きいものである事が予想される。

2 月東北海区のサンマ漁期は終了する。この時期には黒潮前線の北側に残留するサンマ群はあまり多いとはわれない。東北海区で秋に漁獲の対象となつた莫大な魚群量のサンマが、漁期末には大部分黒潮前線の南方移動するものと想像されるのであるが、その際どんな移動コースを採るものか、又どの方向で何時産卵するを確かめたいと考えた。

この問題に就いては幸い農林水産技術会議から調査費用の補助を受けたので、昭和 32 年 1 月～3 月及び 33 年 2 月・3 月に、28～38°N, 131～149°E (主として黒潮前線の南方) の広大な水域を調査し、秋・冬南下サンマの産卵に関する研究を大いに促進する事が出来た。ここに農林水産技術会議に厚く謝意を表する次第である。

尚東北海区及び黒潮前線以南の稚魚調査には水産庁の天鷹丸と東北水研の第 1 旭丸を使用したのであるが、

両船乗組員一同の御協力を改めてここに感謝する。

本報告では北上サンマ群の産卵に就いての問題は全部を省き、秋・冬東北海区を南下する群の産卵及びそれから発生する稚魚に就いて考察を進める事にする。

[I] サンマ稚魚の秋季発生状況

(I, 1) 東北海区秋の調査資料

東北海区秋の稚魚調査は昭和 29 年以降毎年続けて行われている*。ここには 29 年～33 年の 5 ケ年に就いて、各年の調査区域と調査点の採集尾数を第 1 図 (A)・(B)・(C)・(D)・(E) に、又各年の採集稚魚の旬別体長組成を第 2 図に示す。

I, 1, 1 稚魚の採集記録

昭和 29 年** [第 1 図 (A)] 調査は 10 月上旬から始め、10 月 9 日～11 日三陸近海の 9 点で稚魚網を曳いたが、どの点でも全く採集されなかつたのに、11 月以降の調査では大量の採集量を得られた。即ち 11 月 1 日～9 日三陸近海の調査では、八戸附近と金華山附近の数点を除く他の殆ど主点で採集され、最高は 42 尾、全曳網点 39 点の平均採集量は 6.9 尾であつた。

次いで 11 月 18 日・19 日再びこの水域を調査したが、前回の 42 尾の採集点の近く ($39^{\circ}26'N$, $142^{\circ}44'E$) で 55 尾を採集し、主採集点 13 点の平均値は 8.1 尾、前回と殆ど同じ程度の採集量であつた***。

常磐近海の調査は 11 月上旬・11 月下旬・12 月上旬に行われ、 $37.5^{\circ}N$, $143^{\circ}E$ 方面に若干多く、13 尾、12 尾の点も有つたが、 $142.5^{\circ}E$ 以西は福島県側も茨城県側も共に甚だ少なかつた。

昭和 30 年 [第 1 図 (B)] 三陸近海は 11 月上旬と下旬に、常磐近海は 11 月の 3 旬に亘つて調査されたが、三陸近海は曳網点の 31 点主部に稚魚無く、常磐水域も北部 (福島県沖 $37^{\circ}\sim 38^{\circ}N$) では曳網点 31 点の内唯 2 点で夫々 1 尾ずつ採集されたに過ぎない。唯鹿島灘の沖合 ($36^{\circ}00'\sim 36^{\circ}40'N$, $141^{\circ}40'\sim 142^{\circ}50'E$) では、曳網点 9 点全部で採集、最高は 41 尾 [同点で更に曳網時間を 2 倍 (10 分) にして 88 尾採集]、1 点平均 13.7 尾の大量採集であつた。

昭和 31 年 [第 1 図 (C)] 10 月下旬に三陸近海の $144^{\circ}E$ 以西を 29 点調査したが、その内 19 点は採集量 0 で、9 点が 1 尾乃至 2 尾程度、唯 1 点が 5 尾、合計僅に 17 尾であつた。常磐近海 ($142^{\circ}E$ 以西) も 11 月上旬 17 点を調査して、12 点は 0、他の 5 点も 1 尾か 2 尾で、合計 7 尾に過ぎなかつた。

昭和 32 年 [第 1 図 (D)] この年は三陸水域は $149^{\circ}E$ 迄、常磐水域は $147^{\circ}E$ 迄の大規模な調査が行われた。三陸水域は 10 月 23 日～31 日に 30 点で曳網されたが、採集量 0 の点は僅に 4 点、気仙沼に近い $38^{\circ}52'N$, $142^{\circ}01'E$ では 70 尾の大量、沖合でも 10 尾以上の点が 6 点有り、平均採集量 8.3 尾であつた。この三陸沖の調査と連続して、11 月 1 日～4 日常磐沖を調査したが、この方面は甚だ少なく、特に $143.5^{\circ}\sim 145^{\circ}E$ 方面では全く採集されず、最高は $37^{\circ}17'N$, $147^{\circ}00'E$ の 24 尾であつて、主調査点 20 点の平均は 3.7 尾である。

次いで行われた 11 月 9 日～11 日の常磐近海の調査では、 $141^{\circ}30'E$ 以西の沿岸水域に稚魚は全く無かつたが (1 点だけ 1 尾)、沖合 100 哩方面の $37^{\circ}35'N$, $143^{\circ}00'E$ では 75 尾、10 月下旬気仙沼附近の 70 尾

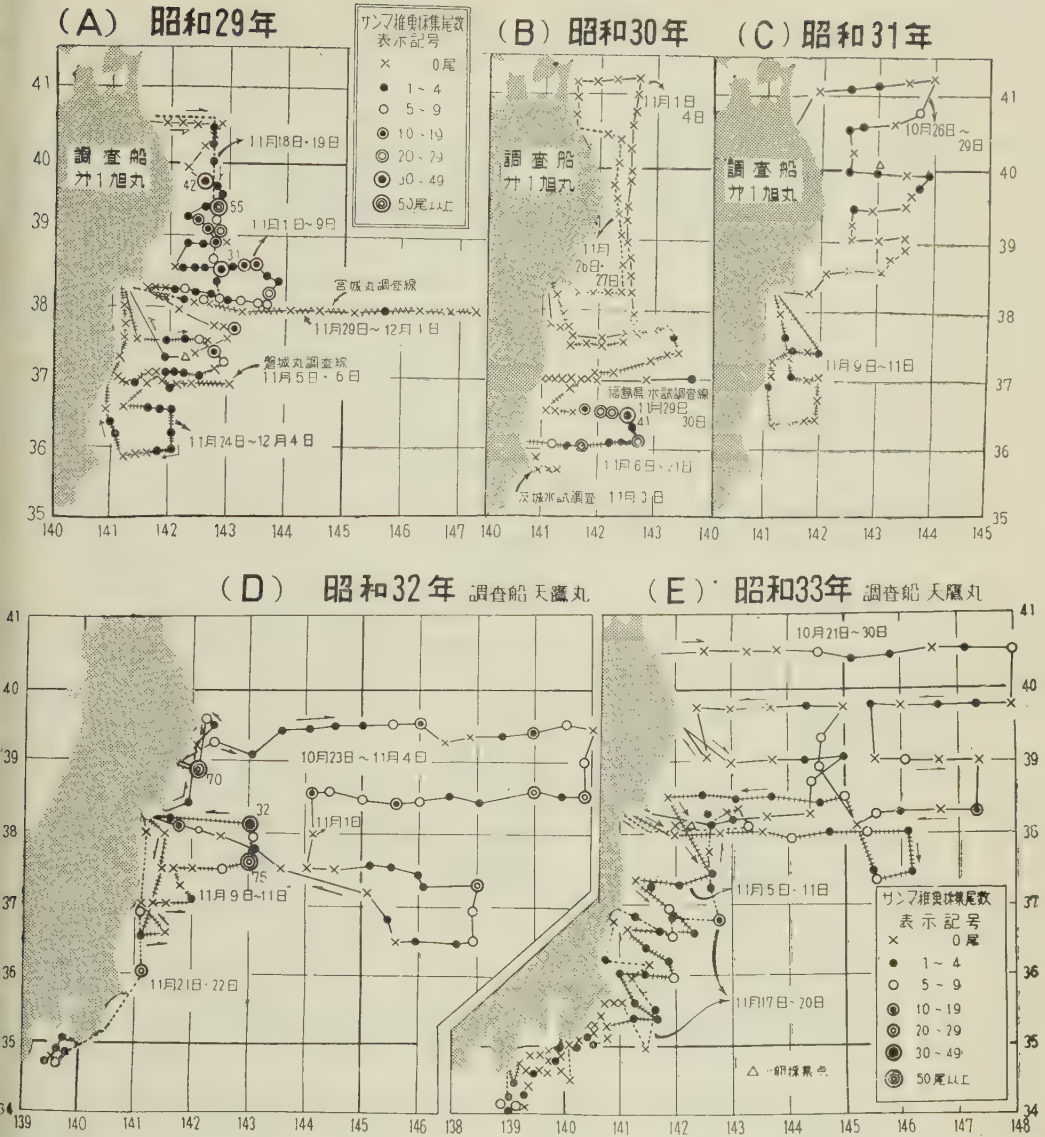
* 昭和 24 年 11 月・12 月の東北海区の海洋調査に際しても若干サンマを見、稚魚も採集した (東北海区水産研究所 海洋資源年報 昭和 24 年度海洋調査篇 参照)。

** 昭和 29 年の採集記録は東北海区水産研究所 海洋資源年報 昭和 29 年度サンマ資源篇に載っている。昭和 30 年以降の記録は引続いて刊行される夫々の年報 (サンマ資源篇) に載せる予定。

尚稚魚の採集は稚魚網を用い、特に注意してないものは全部 5 分曳である。

*** 11 月 1 日～9 日の調査は岸近くの採集量 0 の点を 8 点も含んでいる。11 月 18 日・19 日の採集点は $142^{\circ}10'E$ 以東であつて、採集量 0 は唯 1 点に過ぎない。両回共 $142^{\circ}10'E$ 以東の平均採集量は殆ど同じである。

東北海区南下サンマの主産卵期と主産卵場



第 1 図 東北海区秋季サンマ稚魚調査点と採集尾数

(A) 昭和 29 年 (B) 昭和 30 年 (C) 昭和 31 年 (D) 昭和 32 年 (E) 昭和 33 年

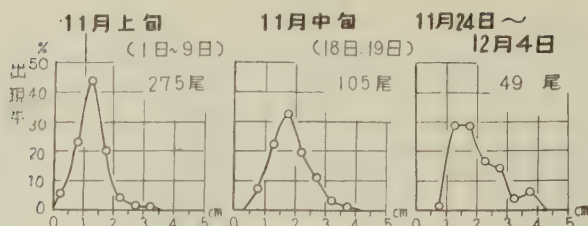
(注意) 稚魚採集尾数の記号の傍の数字は採集尾数である。但し 30 尾以上の場合だけ記入してある。

共に、5 ケ年の記録の中での最大採集量であつた。

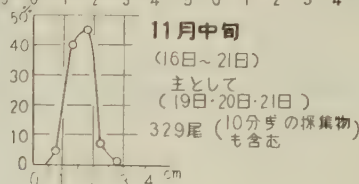
第 3 次調査 (11 月 21 日～22 日) の常磐沿岸コース (天鷹丸の東京帰航コース) では、鹿島灘の調査点 2 が共に稍々多かつたが (36°00'N, 141°08'E で 20 尾、36°58'N, 141°05'E で 9 尾)、野島崎附近及び相模湾沖合は各点数尾 (最高 5 尾) で、平均 2.0 尾である。

昭和 33 年 [第 1 図 (E)] 10 月 21 日～30 日に、前年より更に大規模な稚魚調査を行つた。即ち 38°00'～40°30'N において、陸岸から 148°E に達する 4 本の調査線 (各調査線南北の間隔は略々 40 哩) の上で採

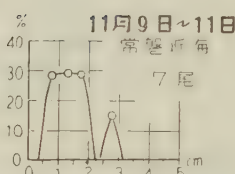
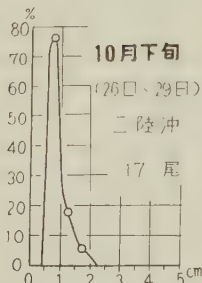
昭和29年



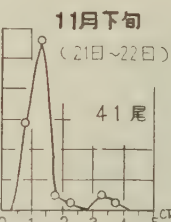
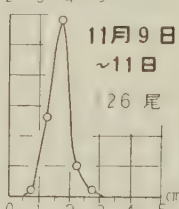
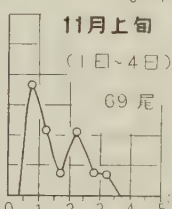
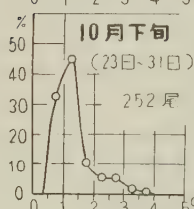
昭和30年



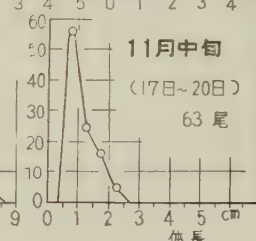
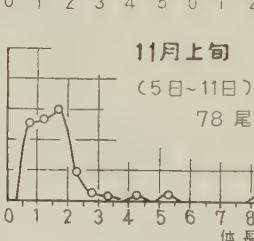
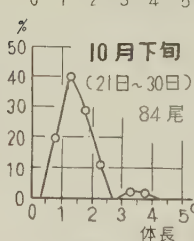
昭和31年



昭和32年



昭和33年



第2図 東北海区秋季サンマ稚魚調査における各年採集稚魚の旬別体長組成

集が行われた。然し採集成績は頗る貧弱で、調査点 40 の内 20 点は 0、他の点についても、最も南の最も沖合の 38°18'N, 149°20'E の 11 尾が最高、平均 2.1 尾に過ぎなかつた。

第 2 次調査は 11 月 5 日~11 日に行われたが、その調査の前半、金華山東 146°10'E 迄の 16 点の調査でも、最高は 8 尾、平均 2.7 尾、後半の常磐近海から野島崎を経て伊豆下田迄のコースでも、常磐近海は 12 点で平均 2.7 尾、房総近海は 8 点で平均 0.6 尾、相模湾沖合は 6 点で平均 0.3 尾 (1 点で 2 尾採れただけ)であつた。

11 月 17 日~20 日の第 3 次調査 (下田から塩釜への帰りのコース) は 大体において第 2 次調査のコースを逆航した事になるが、相模湾沖合は 18 点で平均 0.1 尾、房総近海は 12 点で平均 0.3 尾、常磐近海は 14 点で平均 2.8 尾、第 2 次と第 3 次の調査が時期において約 10 日の差があつたけれども、採集量は殆ど同じで、この年は常磐近海も三陸近海・沖合と同様に、稚魚甚少い。

東北海区南下サンマの主産卵期と主産卵場

総括 以上 5 ケ年の稚魚調査の結果から、各年各旬各区域毎に分けて、調査点 1 点平均採集尾数を示すと第 1 表のようになる。

第 1 表 東北海区秋のサンマ稚魚調査の調査区域平均採集尾数

年 度	月 旬	概括区域名	緯 度 範 囲	経 度 範 囲	調 査 点 数	平 均 採 集 量	
昭和29年	11 月 上 旬	三 陸 近 海	38°00'～40°30' N	141°30'～144°00' E	39点	6.9尾	
	11 月 中 旬	常 磐 近 海	38°00'～40°30'	141°40'～142°50'	13	8.1	
	11 月 上 旬	常 磐 近 海	37°10'～38°10'	141°50'～143°10'	7	2.1	
	11 月 下 旬	常 磐 近 海	36°50'～37°40'	140°50'～143°10'	28	1.8	
昭和30年	11 月 上 旬	三 陸 近 海	37°50'～41°10'	141°00'～142°40'	25	0	
	11 月 中 旬	常 磐 近 海	38°10'～40°30'	141°30'～142°30'	12	0	
	11 月 下 旬	常 磐 近 海	37°00'～38°20'	141°10'～143°30'	16	0.06	唯 1 点 で 1 尾
	11 月 下 旬	常 磐 近 海	36°00'～37°00'	141°00'～142°50'	15	8.7	
昭和31年	10 月 下 旬	三 陸 近 海	39°20'～41°20'	141°50'～144°00'	19	0.9	
	11 月 上 旬	常 磐 近 海	38°10'～39°20'	141°40'～143°30'	10	0	
	11 月 9 日 - 11 日	常 磐 近 海	36°20'～38°00'	141°00'～142°00'	17	0.4	
昭和32年	10 月 下 旬	三 陸 近 海	38°20'～39°40'	141°50'～143°10'	7	12.4	
	10 月 下 旬	三 陸 近 海	38°20'～39°40'	143°30'～149°00'	23	4.4	
	11 月 1 日 - 3 日	常 磐 近 海	36°30'～38°00'	143°30'～147°00'	16	3.5	
	11 月 3 日 - 4 日	金 華 山 東 近 海	37°40'～38°20'	140°30'～143°10'	4	4.5	
	11 月 9 日 - 11 日	常 磐 近 海	36°30'～38°10'	140°00'～143°00'	16	7.9	
	11 月 下 旬	この調査期の前半 調査区域の北部	37°30'～38°10'	141°30'～143°00'	7	17.7	
	11 月 下 旬	鹿 島 灘 沿 岸	36°00'～36°50'	141°00'～141°10'	2	10.5	[区域狭く、調査 点甚少ない]
	11 月 下 旬	東 京 湾 外 側	34°40'～35°10'	139°20'～139°50'	6	2.0	
	10 月 下 旬	三 陸 近 海	38°00'～40°30'	142°20'～144°00'	13	0.15	唯 2 点 で 各 1 尾 ず つ
	10 月 下 旬	三 陸 近 海	38°00'～40°30'	144°00'～148°00'	28	2.9	
昭和33年	11 月 上 旬	金 華 山 東 近 海	37°50'～38°30'	141°50'～144°00'	7	0.6	
	11 月 上 旬	金 華 山 東 近 海	37°20'～38°30'	144°00'～146°10'	9	4.3	
	11 月 上 旬	常 磐 近 海	35°50'～37°30'	141°00'～142°40'	12	2.7	
	11 月 上 旬	房 総 近 海	35°00'～35°40'	140°00'～141°40'	8	0.6	
	11 月 上 旬	房 総 近 海	34°20'～34°50'	139°00'～140°00'	6	0.3	
	11 月 上 旬	房 総 近 海	34°00'～35°00'	138°50'～140°10'	18	0.1	
	11 月 上 旬	房 総 近 海	34°50'～35°40'	140°00'～141°40'	12	0.3	
	11 月 上 旬	房 総 近 海	35°50'～38°20'	140°40'～143°20'	14	2.8	
	11 月 上 旬	房 総 近 海	35°50'～38°20'	140°40'～143°20'	14	2.8	
	11 月 上 旬	房 総 近 海	35°50'～38°20'	140°40'～143°20'	14	2.8	

I, 1, 2 稚魚の体長組成

各年の調査の時期が若干相違しており、又採集量も非常に多い年と甚少ない年が有るが、一応各年 旬別に体長組成を百分率で示すと第 2 図のようになる。

昭和 29 年は調査が 11 月の 3 旬に亘っているが、体長組成の山の峯の位置は、11 月上旬は 1-1.5cm*、同中旬は 1.5-2cm、同下旬は 1-1.5cm と 1.5-2cm と同じ高さであるから、峯の位置を 1-1.5-2 cm の記号で示して置く。11 月上・中旬のものは三陸近海の採集物（上旬若干福島県近海のものが含まれている）、下旬のものは常磐近海である。

昭和 30 年の採集物は 11 月中旬鹿島灘沖合のものだけである。この時は稚魚網 5 分曳で採集量の多かつた 8 点で、更にもう 1 回ずつ 10 分曳を行つたので、第 2 図にはその採集物も併せた 329 尾の体長組成が示されている。そしてその体長組成の峯は 1.5-2cm に在つて、前年と大差無い。

昭和 31 年の採集量は甚だ僅で、10 月下旬三陸近海で 17 尾、11 月上旬（9 日～11 日）に常磐近海で 7 尾に過ぎない。10 月下旬のものは 0.5-1cm のものが大部分（76.5%）で、11 月上旬のものは 0.5cm から

* サンマの稚魚の体長組成図を作るに当つて、体長の区割を 0.5cm にとつた。そして 1-1.5cm の区割（階層）と云えば、1.00cm から 1.49cm のものを含み、1.5cm のものは上の階層に入れた。

3 cm に分散し、峯の位置は明らかでない。

昭和 32 年は調査が 10 月下旬から 11 月下旬迄 4 旬、区域も三陸・常磐の近海・沖合広範囲に亘っている。

10 月下旬のものは三陸近海・沖合のもので、峯の位置は 1-1.5cm, 11 月 1 日~4 日常磐沖合のものは 0.5-1cm と 2.5cm と 2 個所に峯をもち、11 月 4 日金華山近海のものは 1-1.5cm に峯が在る。次いで行われた 11 月 9 日~11 日常磐近海では峯は 1.5-2cm、更に 11 月下旬鹿島灘近海のもの（東京湾沖合のもの 12 尾を含む）は 1-1.5cm で、前回のものより小さい。

昭和 33 年の 10 月下旬三陸近海のものは 1-1.5cm に峯が在り、11 月上旬常磐・房総・伊豆下田のコースのものは 1.5-2cm、但し 0.5-1cm, 1-1.5cm のものも近くに出現率を示し、11 月中旬伊豆・房総・常磐と前回の逆コースでは、採集量は前旬とあまり異なるのに、体長組成は全く変り、峯は 0.5-1cm の発生直後のものが過半数を占めていた。

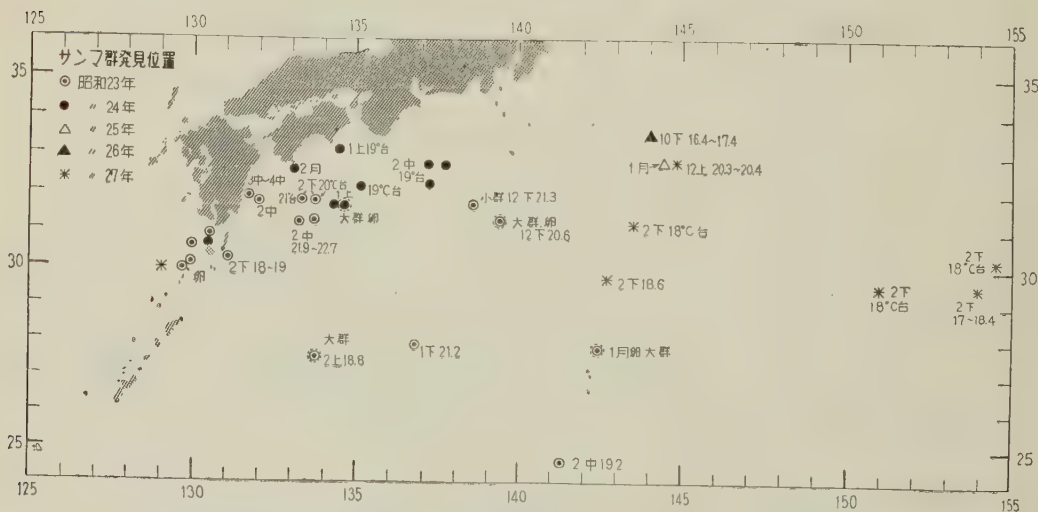
(I, 2) 従来の黒潮前線以南におけるサンマ群及びサンマ稚魚の記録

I, 2, 1 サンマ成魚の発見記録

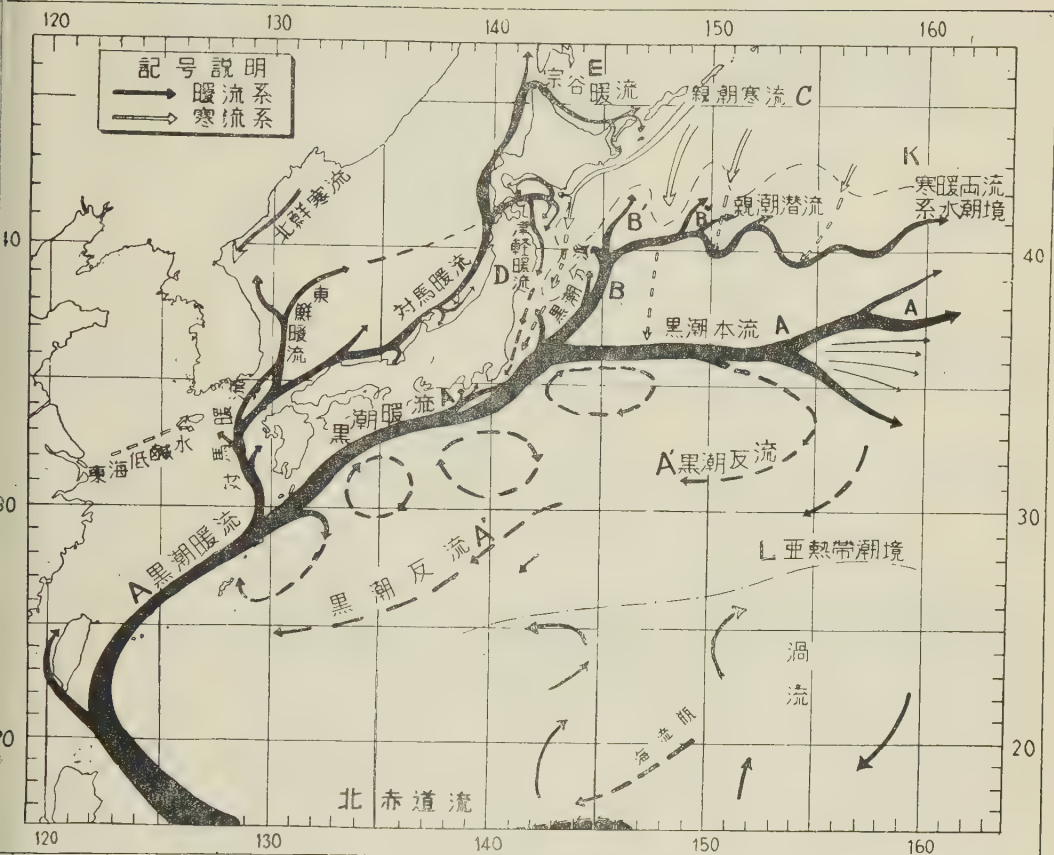
冬季のマグロ延縄船の漁況報告に附記されていたサンマ成魚の発見記録を昭和 23 年~27 年の 5 ケ年に就いて拾上げて見ると第 3 図の様になる。即ち 12 月から 2 月にかけて、伊豆諸島の東 750 哩 (155°E) 方面から、伊豆諸島の周辺、遠州灘の南方、四国南方において屢々サンマ群が発見されている。之をこの方面の海流図として宇田の報文“昭和 8 年盛夏における北太平洋の海況”(1935) の中に在る第 49 図 (b) をここへ再録し、第 4 図として掲げ、之と第 3 図を対照すると、サンマの発見位置は大体黒潮反流の流域に多く、特に黒潮本流と黒潮反流の潮境水域に多様である。

I, 2, 2 サンマ稚魚の採集記録 (第 2 表)

黒潮の南方におけるサンマ稚魚の採集記録は殆どその大部分が東京都水産試験場大島分場が施行した伊豆諸島 (大島~鳥島) 周辺のものである。



第 3 図 冬季マグロ延縄船によつて発見されたサンマの記録 (漁況報告による)
(注意) ○ 又は ● の印の外側に ○ の印で包んであるのは大群として報告されたもの



第4図 北太平洋における夏季海流系図 (宇田 1935 の報文の第49図b)

第2表 冬季稚魚採集記録

(A) 昭和 29-30 年度

月 日	採 集 位 置	採 集 尾 数
昭和30年 2月 9日	34°06'N 139°27'E	1尾
" "	33 41 139 35	2
10	32 31 139 49	7
" "	31 57 139 55	1
" "	31 26 140 02	2
11	30 32 (鳥島周辺) 140 19	18
12	鳥島 SE 2 湊	388 (タモ網採集)
17	" 1 湊	122 (")
3月25日	青ヶ島 E 1 湊	15

(B) 昭和 30-31 年度

昭和30年12月 2日	大 島 S SW 9湊	4
" "	利 島 E 1	18
昭和31年 2月19日	御 藏 島 S 10湊	2
" "	ハ 文 島 S 2	2
" "	ベ ヨ ネ 島 E 1	4
" "	ス ミ ス 島 N 8	3
" "	ス ミ ス 島 S 23	14
2月28日	鳥 島 SE 0.5	273 (夜間タモ網採集)
3月14日	青 ケ 島 SE 0.5	25 (")

第 2 表 (続き)

(C) 昭和 31-32 年度

昭和32年 1月26日	34°49' N	139°35' E	(伊豆半島東)	1尾
"	34 51	139 11	(")	2
"	34 45	139 07	(")	4
"	34 42	139 03	(")	1
28	34 15	139 00	(岩津島西)	1
"	34 00	139 05	(銭洲)	14
"	33 33	139 17	(イナンバ島)	40
"	34 30	139 00		—
29	34 43	139 26	(利島)	—
"	34 42	139 44	(大島東)	—
"	33 46	140 19		12
"	34 20	140 28		12
"	34 29	140 07		7
2月23日	大島南			1
"	34°05'	139°40'	(三宅島)	—
"	33 22	139 35	(黒瀬)	2
"	33 05	139 47	(八丈島)	4
24	32 26	139 45	(青ヶ島)	4
"	31 55	139 51	(ペヨネーデ)	8
"	31 28	140 01	(スミス島)	10
"	31 00	140 10		8
"	30 29	140 19	(島島)	12
27	島島東 1哩			118 (マモ網採集)

(D) 昭和 32-33 年度

昭和32年11月23日	大島周辺 5 点 熟も種魚の採集無い		—
25	大島浅浮 SE E	6 哩	—
"	" "	12	—
"	" "	18	9
"	" "	"	6
27	" "	15	2
12月 1日	" "	6	5
"	" "	12	10
"	" "	18	49
2	" "	12	32
"	" "	18	1
3	" SE	6	16
"	" "	14	29
11	" "	不明	1
"	" "	"	—
14	" "	"	—
昭和33年 2月25日	ペヨネーデ附近		17
"	スミス島		2
3月19日	大 島 南		—
20	三 宅 島		1
"	黒 瀬 島		1
"	八 丈 島		6
"	青 ヶ 島		5
21	ペヨネーデ		4
"	スミス島		2
"	スミス島		6
25	島 島 中間		39 (マモ網採集)

(E) 鹿島嶺南部距岸 300 哩 昭和 30 年 2 月 18 日・19 日 茨城県水試 茨城大

2月18日	35°43' N	141°17' E	4
"	" "	" 24	1
"	" "	" 41	2
"	" 42	" 53	2
"	" "	142 54	16
"	" "	143 56	9
"	" "	144 58	5
"	" "	145 58	10
"	" "	147 00	5

東北海区南下サンマの主産卵期と主産卵場

(F) 熊野灘南部近海 昭和 30 年 1 月下旬・2 月下旬 和歌山県水試 和丸

月	日	採	集	場	所	採	集	尾	数
1月	26日	檮野崎	SE	6	湊	2	尾		
"	"	"	SE	10		2			
"	"	梶取崎	SE	10		2			
"	"	"	SE	6		6			
2月	24日	檮野崎	SE	10		3			
"	"	梶取崎	SE	10		3			
"	"	"	SE	6		1			
2月	25日	宇久井	SE	6		1			
"	"	"	SE	10		6			

昭和 29-30 年度* 2 月 9 日～11 日の調査では大島～フミフ島の各調査点いずれも採集尾数は数尾であつたのが、鳥島附近で 18 尾、外いで 12 日・17 日にも鳥島附近ではタモ網で 388 尾及び 122 尾の大量が採集された。3 月は青ヶ島附近で 15 尾の記録が有る。

昭和 30-31 年度 12 月近海調査では鳥島附近で 18 尾の目立つた採集量が有つた。2 月鳥島迄の調査では、御蔵島～フミフ島は各点数尾、フミフ島の南 23 湊で 14 尾、鳥島方面は夜間タモ網で 273 尾、3 月は青ヶ島でタモ網で 25 尾が採集された。

昭和 31-32 年度 1 月下旬近海調査ではイナバ島方面で 40 尾、銭洲附近と $33^{\circ}16' \sim 34^{\circ}29'N$, $140^{\circ}07' \sim 140^{\circ}28'E$ 方面で共に十数尾の採集が有り、2 月の鳥島迄の調査では鳥島附近の 12 尾が最高、外がスミス島附近の 10 尾であり、尚タモ網では鳥島方面で 118 尾が採集された。

昭和 32-33 年度 11 月下旬から 12 月中旬に亘る大島周辺の調査では、12 月 1 日～3 日に大量採集が見られた。即ち 12 月 1 日大島近海の SE/E 18 湊で 49 尾、外いで 2 日には同 SE/E 12 湊で 32 尾、又 3 日には同 SE 14 湊で 39 尾が記録された。2 月にはバヨネーズ附近で 17 尾が有り、3 月鳥島迄の調査では前年に比して採集量が少なく、最高が八丈島附近と鳥島・スミス島中間の共に 6 尾であり、鳥島附近のタモ網採集も本年は僅に 39 尾であつた。但し例年の調査は 2 月であるが、この年は 3 月であつた。

以上の外に、30 年 2 月 18 日・19 日茨城県水試による大映崎東 300 湊と 30 年 1 月下旬・2 月下旬の和歌山県水試による熊野灘南部近海の調査記録が有る。

之によると、大映崎東では $142^{\circ}E$ 以西は各調査点で数尾程度、 $142^{\circ}51'E$ で最高採集量 16 尾が得られ、之より東沖合も 147° 迄各点 5～10 尾であつた。

熊野灘南部は 1 月も 2 月も各点数尾程度、最高 6 尾で、之が同期の鹿島灘及び伊豆諸島北部の採集量と同様甚だ僅なものであつた。

(I, 3) 黒潮前線以南水域のサンマ調査

11 月・12 月になると常磐漁場のサンマ群は次第に黒潮前線の南へ移動し、黒潮前線上或は前線以南で大量産卵が行われる事は、(I, 2) の資料により充分推察出来る。然しサンマを対象とした前線以南の計画的調査未だ 1 度も行われた事が無いので、豊林水産技術会議から調査費用の補助を受けて、昭和 32 年と 33 年の 2 ケ年冬季の調査を施行した。

この調査で採集された稚魚に就いては、採集位置・採集尾数・体長組成を第 3 表に示してある。

I, 3, 1 昭和 32 年 1 月～3 月の調査

調査船には水産庁の天鷹丸を使用した。同船は 1 月 25 日塩釜発、南東へ 460 湊、 $33^{\circ}35'N$, $148^{\circ}25'E$ (調査点番号 18) へ到り、その後ジグザグコースを採つて $31^{\circ} \sim 34^{\circ}N$, $145^{\circ} \sim 149^{\circ}E$ の区域を調査し、調査点

* 昭和 29-30 年度とは 29 年末から 30 年 3 月迄の冬季間を意味する。

第3表 黒潮前線以南水域サンマ調査の各調査点のサンマ採集尾数とその体長組成

(A) 昭和32年1月～3月

St	4	5	6	7	8	9	10	17	18	19	20
月 日	1-26	"	"	"	"	"	"	1-28	"	"	"
位置 {緯度	37-13	37-04	36-46	36-22	36-18	35-57	35-40	35-56	33-34	33-35	33-32
位置 {経度	142-52	143-20	143-40	144-03	144-35	145-00	145-12	148-07	148-25	147-51	147-22
時刻	00-27	02-55	06-25	09-10	13-00	16-07	19-45	09-45	13-19	16-40	21-00
表面水温	18.7	18.8	18.2	17.6	17.5	16.9	17.1	17.1	17.8	16.2	17.4
体長組成階層	0.5-1 cm	1	1	1	2	1	1	3	3	3	2
	1-1.5	—	1	—	1	2	1	19	3	7	4
	1.5-2	—	1	2	1	1	4	2	2	2	1
	2-2.5	3	—	1	—	1	4	1	—	2	1
	2.5-3	3	1	2	—	1	2	—	—	3	4
	3-3.5	3	—	1	—	—	1	1	1	—	—
	3.5-4	—	1	—	—	—	2	—	—	—	1
	4-4.5	—	1	1	—	—	6	—	—	—	1
	4.5-5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2
	5-5.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
	5.5-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6-6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6.5-7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 計	12	6	7	4	4	6	21	26	9	17	17

St	21	22	23	24	25	26	28	29	30	31	32
月 日	1-29	"	"	"	"	"	1-30	"	"	"	"
位置 {緯度	33-35	33-36	33-35	33-32	33-13	32-56	32-23	32-11	31-54	31-51	31-50
位置 {経度	146-54	146-22	145-53	145-19	145-37	146-00	146-45	147-07	147-32	146-57	146-22
時刻	00-22	05-20	09-39	12-41	15-44	20-05	03-49	07-15	12-25	15-04	18-45
表面水温	16.3	17.7	17.3	17.7	16.0	17.6	17.4	17.5	17.5	17.8	17.9
体長組成階層	0.5-1 cm	3	2	3	—	4	5	—	3	—	—
	1-1.5	14	1	12	1	2	7	—	5	1	—
	1.5-2	23	6	4	—	15	4	—	—	—	—
	2-2.5	35	3	—	1	5	3	1	—	—	—
	2.5-3	52	4	4	—	1	8	3	—	—	2
	3-3.5	14	1	1	—	1	3	1	—	—	4
	3.5-4	10	—	1	—	—	1	1	—	—	2
	4-4.5	4	1	—	—	—	3	1	—	—	—
	4.5-5	—	1	—	—	—	2	1	—	—	2
	5-5.5	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—
	5.5-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6-6.5	—	1	—	—	1	—	—	—	—	1
	6.5-7	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
合 計	155	20	25	2	28	41	9	8	1	4	11

St	34	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
月 日	1-31	"	"	2-1	"	"	"	"	2-2	"	"
位置 {緯度	31-12	31-15	31-07	31-04	31-10	31-15	31-36	31-57	32-17	32-40	33-01
位置 {経度	147-13	146-13	145-46	145-06	144-43	144-14	143-56	143-40	143-23	143-09	142-58
時刻	08-05	15-35	19-45	07-45	11-30	14-55	18-35	22-30	01-35	05-19	08-40
表面水温	18.0	18.0	17.1	17.6	17.1	17.4	17.0	18.0	17.7	17.4	18.0
体長組成階層	0.5-1 cm	—	2	—	—	3	4	27	4	3	4
	1-1.5	—	1	—	1	1	12	2	4	9	7
	1.5-2	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—
	2-2.5	—	—	4	—	—	—	—	—	4	—
	2.5-3	—	—	1	—	—	—	—	—	3	—
	3-3.5	—	—	1	—	—	3	—	—	2	—
	3.5-4	—	—	3	—	—	1	—	—	3	—
	4-4.5	—	—	1	1	—	3	—	—	1	—
	4.5-5	1	—	1	—	—	2	—	3	—	1
	5-5.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.5-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6-6.5	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
	6.5-7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 計	1	3	11	2	4	16	41	17	28	15	105

東北海区南下サンマの主産卵期と主産卵場

第 3 表 (続き)

St	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4
月 日	2-2	"	"	2-3	"	"	"	2-9	"	"	"
位置 {緯度	33-16	33-39	33-56	34-20	34-40	34-59	34-57	34-49	34-38	34-31	34-22
位置 {経度	142-35	142-11	141-50	141-24	141-01	140-36	140-03	139-38	139-30	139-28	139-23
時刻	12-46	17-05	21-20	01-00	04-35	08-00	11-00	11-45	13-12	14-52	16-35
表面水温	18.0	16.7	18.0	17.8	18.0	17.9	15.5	19.7	19.4	18.4	17.3
体長組成階層	0.5-1 cm	2	—	7	3	9	—	—	1	1	2
	1 -1.5	6	3	14	11	3	2	—	—	1	1
	1.5-2	20	7	45	18	21	3	—	—	2	1
	2 -2.5	4	1	49	5	14	4	—	—	—	—
	2.5-3	—	1	51	8	5	2	1	—	—	—
	3 -3.5	1	1	27	8	2	—	—	—	—	—
	3.5-4	—	1	13	4	—	—	—	—	—	—
	4 -4.5	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—
	4.5-5	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
	5 -5.5	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—
	5.5-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6 -6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 計	33	14	198	66	56	21	2	1	1	4	4

St	5	6	7	8	10	11	12	14	15	16	18
月 日	2-9	"	2-10	"	2-10	"	2-11	2-12	"	"	2-13
位置 {緯度	34-10	34-04	33-57	33-57	34-06	33-46	33-31	33-00	32-59	33-26	33-31
位置 {経度	139-16	139-02	138-45	138-07	136-55	136-28	136-01	136-39	137-06	137-20	138-06
時刻	18-34	21-10	01-19	06-05	16-55	20-22	01-11	16-25	18-35	22-45	07-54
表面水温	15.6	16.1	16.0	17.2	14.3	14.3	17.7	18.9	18.3	14.9	14.4
体長組成階層	0.5-1 cm	1	2	—	2	—	1	4	6	1	—
	1 -1.5	1	1	—	2	—	—	—	4	2	1
	1.5-2	—	2	1	3	—	—	2	9	1	—
	2 -2.5	—	—	1	4	—	—	—	4	—	—
	2.5-3	—	—	—	—	—	—	1	3	—	—
	3 -3.5	—	—	2	—	1	—	—	1	—	—
	3.5-4	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
	4 -4.5	2	—	—	—	—	—	—	1	—	—
	4.5-5	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—
	5 -5.5	4	—	1	—	—	—	—	—	—	—
	5.5-6	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
	6 -6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 計	10	5	7	12	3	1	1	7	24	4	1

St	19	20	21	22	1	2	4	7	11	12	13
月 日	2-13	"	"	"	2-23	2-24	3-2	3-3	3-6	"	3-7
位置 {緯度	33-30	33-02	33-13	33-26	34-29	34-00	34-00	34-00	32-49	32-11	31-28
位置 {経度	138-27	138-34	139-07	139-34	139-02	139-00	138-00	137-00	136-17	136-22	136-33
時刻	10-20	14-00	16-45	18-50	21-50	15-03	18-00	06-25	16-30	21-00	02-43
表面水温	15.1	18.5	18.5	18.0	15.1	18.0	16.1	15.4	19.9	19.8	18.4
体長組成階層	0.5-1 cm	3	8	11	3	6	1	5	2	6	3
	1 -1.5	—	—	1	2	1	—	—	2	10	4
	1.5-2	—	—	4	1	—	—	—	—	2	1
	2 -2.5	—	—	4	1	—	—	—	—	2	—
	2.5-3	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—
	3 -3.5	1	—	—	4	—	—	—	—	2	—
	3.5-4	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—
	4 -4.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
	4.5-5	—	—	—	—	—	—	—	—	1	4
	5 -5.5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	5
	5.5-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
	6 -6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 計	3	10	26	13	7	2	5	2	4	24	21

第3表 (続き)

St	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24	
月 日	3-7	"	"	"	3-8	"	"	"	3-9	3-10	
位置 {緯度	30-50	30-10	30-49	30-42	30-39	30-34	30-32	31-05	33-05	33-32	
時 {経度	136-35	136-44	137-07	137-36	138-03	138-30	139-00	139-00	137-43	138-16	
表 刻	06-55	12-08	17-55	20-44	23-58	02-39	06-30	11-51	21-45	02-12	
面 水 温	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.0	18.2	18.3	19.4	18.0	
体長組成階層	0.5-1 cm	1	1	—	—	4	6	—	1	1	
	1-1.5	3	—	1	1	11	2	1	—	—	
	1.5-2	1	1	2	2	4	—	—	4	—	
	2-2.5	1	—	—	3	7	—	1	3	—	
	2.5-3	—	—	—	4	—	—	—	—	—	
	3-3.5	—	—	—	2	2	—	—	1	—	
	3.5-4	—	—	—	4	2	—	—	1	1	
	4-4.5	—	—	—	2	3	—	—	5	1	
	4.5-5	—	—	1	2	1	—	—	1	—	
	5-5.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	5.5-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	6-6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
合 計	6	2	3	6	20	34	8	2	16	3	

(注意) 本表においては調査点番号が飛んでいるが、その省略された調査点は稚魚網を曳かなかつたり、或は曳いてもサンマ稚魚が1尾も採集されなかつた点である。

(B) 昭和33年2月・3月

St	5	6	7	8	9	9'	10	11	12	13	14
月 日	2-22	2-23	"	"	2-25	"	"	2-26	"	"	"
位置 {緯度	34-27	33-42	33-14	32-40	32-00	31-35	31-20	30-40	30-00	30-39	31-21
時 {経度	140-37	140-11	139-57	140-03	140-30	140-31	140-32	140-27	139-59	139-32	139-13
表 刻	17-40	00-50	04-50	10-30	15-35	18-05	20-10	00-35	06-05	11-25	17-00
面 水 温	19.0	19.0	19.0	19.4	19.3	18.6	18.6	18.2	18.0	18.8	18.6
体長組成階層	0.5-1 cm	1	—	4	—	—	—	—	15	—	—
	1-1.5	—	1	3	1	2	3	5	10	2	3
	1.5-2	1	2	1	—	2	6	4	4	10	1
	2-2.5	—	4	1	—	5	16	2	7	5	—
	2.5-3	—	4	1	1	2	10	—	5	1	—
	3-3.5	1	1	1	—	—	1	—	3	—	—
	3.5-4	—	2	1	—	1	—	—	—	—	—
	4-4.5	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
	4.5-5	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
	5-5.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.5-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6-6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 計	3	15	6	8	1	12	36	12	44	18	4

St	15	19	20	21	23	24	25	26	27	29	30
月 日	2-26	2-27	2-28	"	"	"	3-1	"	"	"	"
位置 {緯度	31-52	31-00	31-31	32-01	30-58	31-27	32-00	32-30	32-47	33-25	33-22
時 {経度	138-39	137-23	136-55	136-37	136-00	135-25	135-03	134-47	134-36	135-14	135-45
表 刻	22-35	21-36	02-37	08-25	17-25	23-25	04-00	08-05	10-50	18-40	21-20
面 水 温	18.6	18.6	18.6	17.6	18.2	18.0	18.0	18.3	20.2	17.5	19.0
体長組成階層	0.5-1 cm	1	1	1	—	—	—	—	2	1	—
	1-1.5	—	—	4	6	2	3	15	2	—	1
	1.5-2	—	2	1	3	4	8	10	1	—	1
	2-2.5	3	1	7	1	1	6	1	—	—	1
	2.5-3	—	1	3	1	—	1	1	—	—	1
	3-3.5	1	5	4	—	1	—	—	—	—	—
	3.5-4	—	5	1	—	—	—	—	—	—	—
	4-4.5	—	—	—	2	1	—	—	—	1	1
	4.5-5	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—
	5-5.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5.5-6	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
	6-6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 計	5	15	17	8	9	11	20	27	5	2	5

東北海区南下サンマの主産卵期と主産卵場

第 3 表 (続き)

St	32	33	34	35	36	37	38	39	40	42	43
月 日	3- 5	"	3- 6	3- 6	"	"	3- 7	"	"	"	3- 8
位置 { 緯度	33-00	32-34	32-29	31-50	31-54	31-59	31-30	31-00	30-30	29-30	29-38
位置 { 経度	136-00	135-55	135-01	134-04	133-24	133-01	133-32	134-00	134-32	134-57	133-27
時刻	12-55	16-50	07-00	11-45	15-35	18-55	01-35	06-27	12-00	21-04	15-30
水面水温	19.2	17.6	19.6	18.0	19.4	—	19.8	20.0	19.2	18.6	19.4
0.5-1 cm	—	1	3	6	2	1	1	7	18	1	—
1 -1.5	—	2	4	6	1	4	—	—	3	—	1
1.5-2	1	—	2	2	5	—	5	—	2	—	—
2 -2.5	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—
2.5-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
3 -3.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.5-4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4 -4.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.5-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5 -5.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.5-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
6 -6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 計	1	3	9	14	8	5	7	7	24	3	1

St	44	48	49	50	51	54	55	56	57	59	59'
月 日	"	3-19	"	"	3-20	"	3-21	"	"	"	"
位置 { 緯度	29-51	30-50	30-00	29-33	29-00	28-40	29-20	30-01	30-39	32-01	32-06
位置 { 経度	132-39	131-24	132-02	132-49	133-33	135-01	135-00	135-00	135-03	134-59	135-10
時刻	21-45	13-55	18-30	23-46	05-35	21-55	02-30	06-50	11-00	20-10	21-13
水面水温	20.3	19.4	21.0	19.4	19.0	19.2	18.3	18.4	18.6	19.6	19.7
0.5-1 cm	4	—	1	1	1	2	—	—	—	2	—
1 -1.5	—	—	5	1	—	—	2	—	3	—	1
1.5-2	1	1	4	1	—	—	1	1	1	—	—
2 -2.5	—	—	—	1	—	1	1	1	1	—	1
2.5-3	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—
3 -3.5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
3.5-4	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—
4 -4.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.5-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5 -5.5	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
5.5-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6 -6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 計	5	1	10	4	3	4	8	2	5	3	2

St	60	63	64	65	66	67	68	69	70
月 日	3-22	3-27	3-28	"	"	"	"	3-31	"
位置 { 緯度	32-32	32-32	31-58	32-40	33-19	32-51	32-23	33-11	33-38
位置 { 経度	136-00	137-11	137-29	138-07	138-50	139-17	139-51	139-52	139-49
時刻	02-40	21-20	01-40	07-50	13-25	18-10	22-23	09-05	12-35
水面水温	19.0	18.1	19.0	19.0	19.2	19.5	17.9	18.6	18.4
0.5-1 cm	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1 -1.5	—	—	—	6	2	3	—	—	—
1.5-2	1	1	—	1	—	—	—	1	2
2 -2.5	—	1	1	—	—	—	—	1	2
2.5-3	—	1	—	—	—	—	2	—	1
3 -3.5	—	1	—	—	—	—	—	—	—
3.5-4	1	1	—	—	—	—	1	—	1
4 -4.5	—	1	—	—	—	—	1	—	—
4.5-5	1	1	—	—	—	—	—	—	—
5 -5.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.5-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6 -6.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
合 計	3	7	1	7	2	3	4	2	6



第5図 昭和32年1月～3月の調査線及び線1の調査状況、面上の状況

東北海区南下サンマの主産卵期と主産卵場

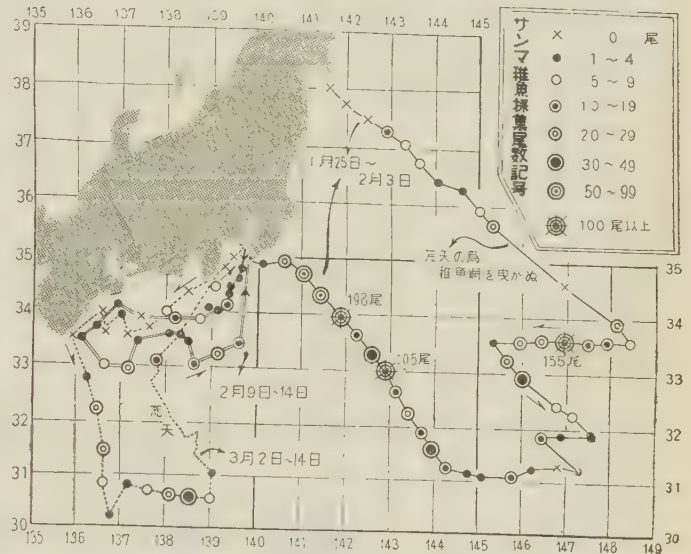
8 (31°05'N, 145°05'E) から北西へ向けて野島崎迄進み、2月3日館山へ寄港、次いで2月9日から伊豆諸島北部・遠州灘・熊野灘の近海 (33°~35°N, 136°~140°E の区域) を調査して、2月14日東京へ入港、更に2月23日東京発、遠州灘・熊野灘近海を再調査した後、沖合水域 (30°~33.5°N, 136°~139°E) を調査して、3月14日東京へ入港、之で初年度の調査を終了した。その洋上の調査日数は41日、航跡及び航跡上の表面水温は第5図に示す通りである。

この年は遠州灘沖合の冷水塊の面積は小さく、黒潮は潮岬近海から真東へ走り、伊豆諸島方面ではかなり北上し、房総半島の近海を北東へ進み、常磐近海では福島県東80哩 (37°20'~37°30'N, 142°30'~142°40'E) 付近に、表面水温で7°Cも飛躍する親潮・黒潮の潮境が認められた。

第1次調査 1月25日塩釜発、2月3日館山入港迄の140°E以東水域の調査を第1次とする。この調査の各調査点の稚魚採集尾数は第6図に示されている様に、第1調査点(以後 St 1と略記する)から St 18迄、即ち塩釜から略々南東の調査線上で、親潮水域の中に在った St 1~3の部分ではサンマ稚魚は全く採集されず、黒潮水域へ入った最初の点 St 4でサンマ稚魚は2尾、以後も引続いてサンマ稚魚が採集された。

St 11~16は荒天の為稚魚網を曳かなかったが、St 17以後 (35°N以南水域) では稚魚頗る多く、特に St 41 (33°35'N, 146°54'E) の154尾、St 45 (33°01'N, 142°58'E) の105尾、St 48 (33°56'N, 141°50'E) の198尾等は、東北海区の調査からは夢想もできなかった程の大収獲であつた。

今第1次調査の分を4区域に分け、各区域の平均採集尾数を比較すると第4表の様になる。サンマの成魚に就いては、親潮水域の St 1~3では之が稚魚同様全然見られず、その後も黒潮の最高水温帯 (表面水温 18°C 前後)、即ち St 4~8, St 49~51 及び沖合高温域 St 45~47 (水温は 18°C 前後) では発見出来ず、潮境水域と見做される 17°C 前後の水域で若干発見された。然し連日荒天の為流網を用いて漁獲試を行う事が出来ず、探照灯も無く、夜間の作業灯も僅に 500 ワットであつたから、魚群を集める能力も弱



第6図 昭和32年1月~3月の調査の各調査点のサンマ稚魚採集尾数

第4表 昭和32年の第1次調査における区域別稚魚採集量の比較

調査区域 順	調査点番号	調査点数	調査区域	調査期間	平均採集量
第1区	St 1~3	3	黒潮前線以北	1月25日	0尾
第2区	St 4~10	7	{ 35°40'~37°20'N 142°50'~145°20'E	1月26日・27日	8.6
第3区	St 17~38	20	{ 31°~34°N 145°~148.5°E	1月28日~2月1日	19.5
第4区	St 39~52	14	{ 31°~35°N 140°~145°E	2月1日~3日	44.1

く、集った魚群の濃度を明かに判定する事も出来なかつた。

第 2 次調査 (2 月 9 日～14 日) この調査水域は伊豆諸島北部から伊豆半島・遠州灘・熊野灘の近海、33°N 以北であるが、黒潮前線は大体 33°20'N あたりを東西に走っているの、この前線で南北の 2 水域 (沿岸水域と沖合水域) に分けるならば、稚魚網使用点は沿岸水域で 15 点、沖合水域で 5 点となる。サンマ稚魚は沿岸水域では 14 点で採集され、最高は St 8 (潮境) の 12 尾、15 点の平均は 3.7 尾、一方沖合水域では全点で採集され、最高 26 尾、最低 7 尾、平均 16.0 尾である (第 6 図)。

サンマ成魚の方は神津島周辺の水温 15°, 16°C 台で中型サンマを要々発見、銭洲から御前崎南々東 40 哩附近に至る水温 15°～18°C 台では大型サンマを各所で発見、その後も遠州灘近海で時折 2, 3 尾を発見した。

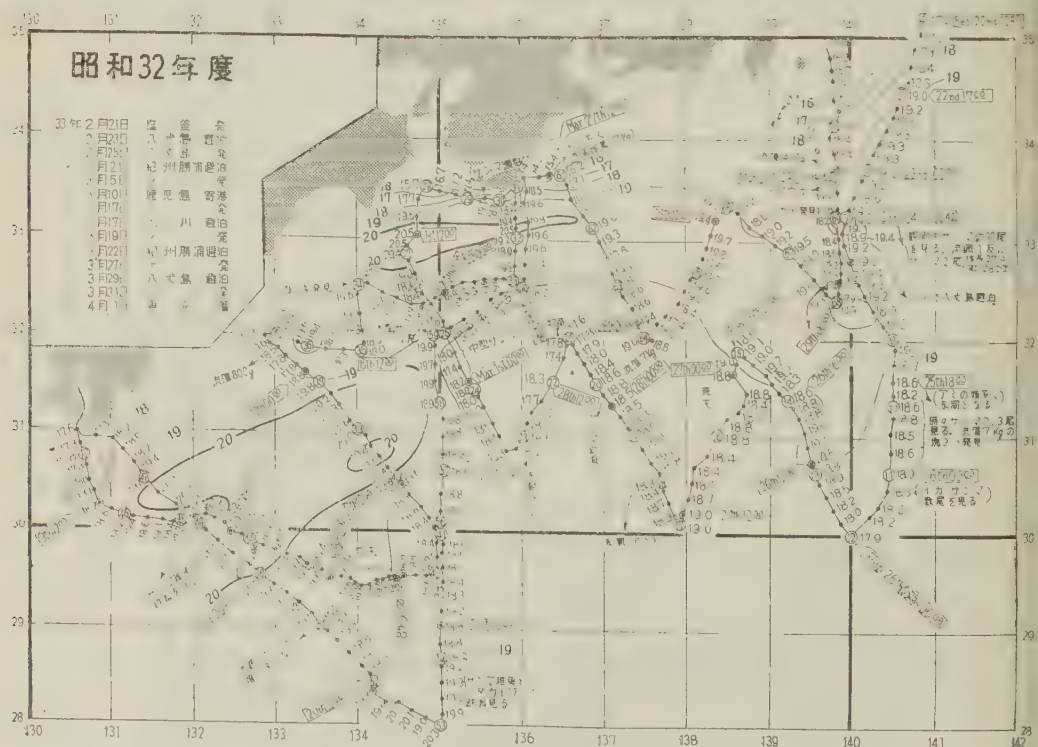
第 3 次調査 (3 月 2 日～13 日) 今回は沿岸水域の稚魚網使用点 13 点、沖合は 30°N 迄南下し 136°～139°E を調査したので、曳網点も 12 点に及んだ。

稚魚の採集状況は第 6 図に示されている様に、沿岸水域で僅に 5 点、採集尾数も 13 点の平均値が 1.1 尾に過ぎない。沖合水域は前回同様 5 点で採集され、最高は St 19 (30°33'N, 138°30'E) の 34 尾、平均値は 12.2 尾である。

沿岸水域の採集量は第 2 次比べて著しく少なく、沖合水域は第 2 次と第 3 次とでは調査区域が全く異なるから比較するのは無理であるが、平均値の上では、第 2 次より第 3 次の方が幾分少ない。

成魚は第 3 次調査でも遠州灘沖合の黒潮前線上では要々見られ、更に沖合でも 黒潮反流水域の北側、潮境水域に当る St 12, St 23～24 方面に中・小型のサンマが見られたが、それより南方には全く見られず、又第 3 次調査では大型サンマは全然見られなかつた。

1.3.2 昭和 33 年 2 月・3 月の調査



第 7 図 昭和 33 年 2 月・3 月の調査線及び線上の表面水温、海上の概況

この年は補助金の支給が甚だ遅れ、1月に調査船を出航させる事が出来ず、天鷹丸が塩釜を出たのは前年より約1ヶ月遅れて2月21日であつた。

従つて野島崎南東水域の調査を断念し、直ちに伊豆諸島の東側を南下して 30°N , 140°E に到り、之から $30^{\circ}\sim 32^{\circ}\text{N}$ の水域をジグザグコースで調査し、一旦紀州勝浦へ入港、次いで紀伊半島・四国の沖を調査して南下し、 $29^{\circ}30'\text{N}$, 135°E から種子島の南を廻つて鹿児島へ入港、鹿児島出港後は南東コースを採つて 28°N , 135°E へ到り、 135°E 線を北上して紀州勝浦へ入り、その後は $32^{\circ}\sim 33.5^{\circ}\text{N}$ の区域をジグザグコースで東へ進み、青ヶ島から伊豆諸島に沿つて北上、4月1日東京へ入港、第2年目の調査を終了した。この調査は航海日数27日、 $28^{\circ}\sim 35^{\circ}\text{N}$, $130^{\circ}\sim 141^{\circ}\text{E}$ の広大な水域であつた(第7図)。

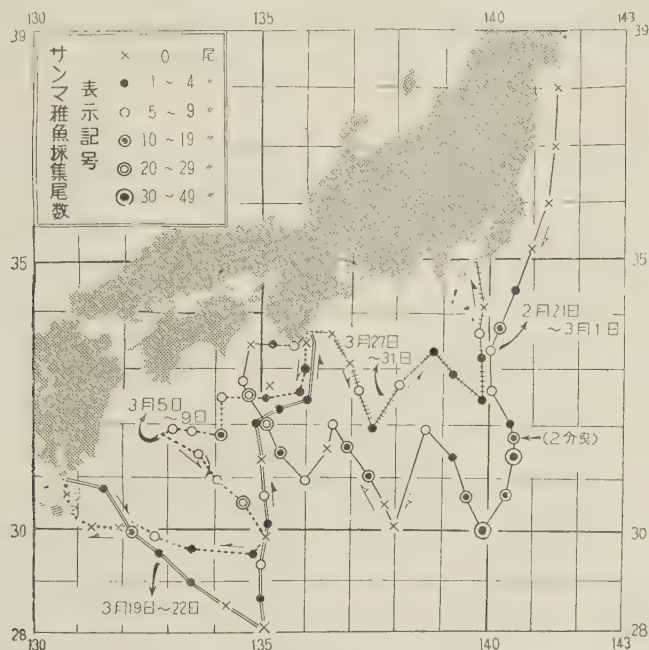
この時期の黒潮は室戸岬・潮岬に接して東流し、 20°C 台の最高水温帯は都井崎の南東 $50\sim 130$ 哩から東北東へ延びており、又室戸岬の南20哩から潮岬の南20哩方面にも、幅は狭いが 20°C 台の水帯が東西に延びている。 19°C 以上の水帯は潮岬南方では距岸 $10\sim 60$ 哩に在り、 138°E では $32^{\circ}30'\sim 33^{\circ}30'\text{N}$ (幅約60哩)、之から東では南東へ進み、 $139^{\circ}30'\text{E}$ では $30^{\circ}40'\sim 32^{\circ}40'\text{N}$ (幅120哩)、この 19°C 台の水帯は伊豆諸島を横断した後は向きを北東へ変えている。

先ず2月23日午前4時、低気圧を避けて八丈島へ避泊する直前の観測中にサンマを約30尾発見し、次いで流網1反を投入したが、網には僅に2尾(体長27.9, 28.2cm)が罹つただけであつた。表面水温は 19°C 台。

2月25日の夜、スミス島東20哩から鳥島附近迄、 18°C 台の水域で屢々中型サンマを見たが、その後は成魚の発見甚少なく、室戸岬の南々東 $120\sim 80$ 哩の潮境水域(水温 17°C 台)で大型・中型サンマを若干発見した。又潮岬西10哩の沿岸水域(黒潮前線上、水温 $16\sim 18^{\circ}\text{C}$ 台)で中型サンマの濃群を発見した。

3月5日紀州勝浦出港以後の調査区域の四国沖合から 28°N に至る南方水域或は3月27日再び紀州勝浦出港後の遠州灘沖合及び伊豆諸島北部近海では、どの方面にもサンマの成魚を全く見ていない。

この年の稚魚採集状況は第8図に示されている。即ち金華山近海の St 1 から野崎東の St 4 迄は全く採集



第8図 昭和33年2月・3月の調査の各調査点のサンマ稚魚採集尾数

されず、St 5 (34°27'N, 140°37'E, 19.0°C) から始めて 3 尾採集され、以後は毎回数尾程度の採集が見られるようになった。この調査での最高採集量は St 12 (30°00'N, 139°59'E, 18.0°C) の 44 尾、次いで St 10 (31°20'N, 140°32'E, 18.6°C) の 36 尾である。前年同様に 140°E 以西の調査水域では、3 月 8 日に 30°34'N, 138°30'E で 34 尾の最高値が有り、黒潮最高水温帯の南側、黒潮逆流域にサンマ稚魚の採集量が多い。

先に調査水域を東西に分けて比較すると、西側採集量が少ない傾向を示している。即ち潮岬・室戸岬の南方水域 (30°33'N, 134°~136°E) では 10 尾以上の採集量も 5 尾を数えたが、134°E 以西では 10 尾以上の点が全く無い。

尚この年の調査点 (35°N 以北を除く) 67 点の平均採集量は 6.5 尾であるが、前年と比較する為に、2 月下旬の 30°~32°N, 136.5°~141°E だけを採ると、1 点平均 14.3 尾となり、前年 3 月上旬同水域の 11.3 尾と大差無い。本年の 3 月 27 日~31 日, 32°~33.5°N, 136°~140°E では平均僅に 2.9 尾、前年は同水域を 2 月 12 日・13 日と 3 月 6 日・9 日に 2 回調査したのであるが、1 点平均 9.7 尾であり、本年の値は著しく少ないが、之は調査時期がかなり違うので、比較する事は無理である。

本年の採集量を調査期間で 4 期に分けると第 5 表の様になる。

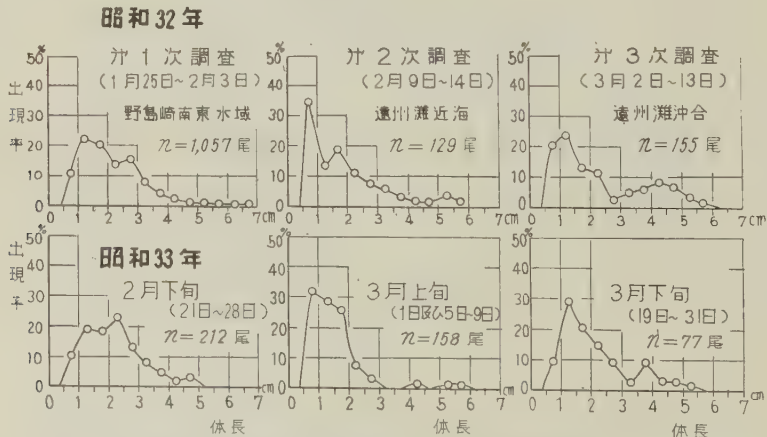
第 5 表 昭和 33 年 2 月・3 月の稚魚採集量

調査時順位	調査期間	出港地	入港地	調査点	平均採集量
第 1 期	2月21日~3月2日	塩 釜	紀州勝浦	25点	10.8尾
(第 1~第 4 点を除く)					
第 2 期	3月5日~3月10日	紀州勝浦	鹿児島	17	5.1
第 3 期	3月19日~3月22日	山 川	紀州勝浦	14	3.2
第 4 期	3月27日~4月1日	紀州勝浦	東 京	11	2.9

上表の第 1 期から第 4 期の調査区域は夫々重複するところもあるが、大体において異つた水域であり、調査区域によつて当然採集量は異なる筈であるが、地域の特長性を一応考えないで、唯時期的変化だけを見ると、上表の採集量は時間的には指数函数的減少を示している。

I, 3, 3 採集稚魚の体長組成

採集稚魚の体長組成を、初年度は第 1 次 (1 月 25 日~2 月 3 日)、第 2 次 (2 月 9 日~14 日)、第 3 次 (3 月 2 日~13 日) の 3 調査期に分け、次年度は 2 月下旬 (2 月 21 日~28 日)、3 月上旬 (3 月 1 日及び



第 9 図 昭和 32 年・33 年南方水域の調査で採集された稚魚の各航海別体長組成

5日～9日)、3月下旬(3月19日～31日)の3期に分けて第9図に示した。

初年度の第1次調査(野島崎南東水域)では、1-1.5cmの階層が最高で21.8%、3cm以下のものが82.0%、第2次の遠州灘近海では、0.5-1cmのものが34.3%で最高、発生直後のものが甚だ多かつた事になる。3cm未満は83.9%で第1次と大差無い。第3次では峯に当る1-1.5cmのものが23.7%、3cm以下のものは70.5%で、第1次・第2次に比べてかなり少なく、3～6cmの部分に体長組成の別個の山が形成されている。

次年度の調査において、2月下旬伊豆諸島及び遠州灘の南方水域のものは組成の峯が2-2.5cmの階層に在り、この階層が23.7%を占め、3cm以下が83.9%、3月上旬紀州近海及び沖合から鹿児島附近迄の水域のものは0.5-1cm階層が32.2%で最高、但し1-1.5cm階層も28.8%、1.5-2cm階層も26.0%で、この3階層の出現率は殆ど差が無く、3階層だけ合計して87.0%となる。即ち発生直後のものだけが採集されたわけである。3月下旬鹿児島から帰航の調査水域では峯は1-1.5cmに在り、之が29.9%、3月上旬に比べて体長の大きいものの割合が多く、3.5-4cm階層のものも9.1%出現した。

〔II〕 南下サンマの主産卵期・主産卵場に就いての考察

(II, 1) 東北海区で採集された秋の稚魚に就いて

第1表によつて各年の稚魚採集量を比較すると、昭和29年は11月上・中旬三陸近海に頗る多いが、常磐近海に少なく、30年は三陸近海に全く無く、11月常磐近海に頗る多い。31年は三陸・常磐共に殆ど採集されず、32年は10月下旬の三陸も、11月中・下旬の常磐も共に頗る多く、5ヶ年中の最高成績であり、33年は三陸・常磐共に少ないが、31年の様に全調査点殆ど0という様な事は無かつた。

この稚魚採集量が年によつて地域的に大差を生ずるのは、その年の秋の産卵親魚の分布・移動に関連する。

5月～7月、日本海を北上するサンマは体長29～31cmのものが産卵し、新潟県の佐渡や北海道の奥尻島或は瀬川の附近で、産卵中の親魚を手摺みにする漁業が現在も尚残っている。太平洋側でも5月頃駿河湾・館山湾等で、又7月・8月三陸沿岸で夫々定置網に入網する30cm前後のサンマは、生殖巣に完熟卵が満ちている。

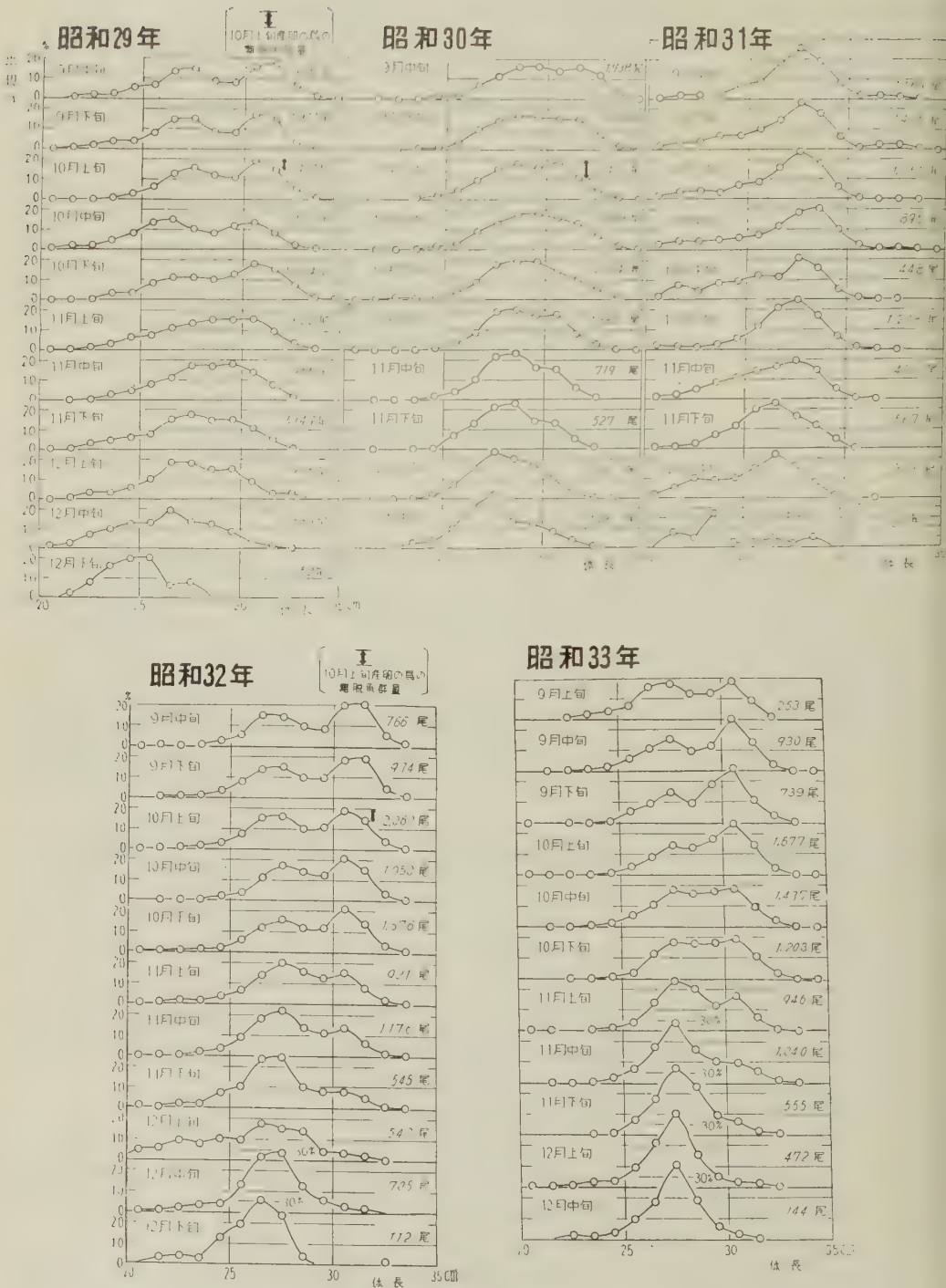
然し秋に東北海区で漁獲されるサンマの内、大型魚と呼ばれるものは体長30cm以上のものを指しているのであるが、之等の生殖巣は甚だ未熟で、熟し始めたものも、その重量は5g以下のものが多く、春の完熟生殖巣、重量で十数グラムという様なものは全く見られていない。而も尚東北海区で秋に産卵が行われているのは、上述の稚魚調査の結果で明かである。そうすると、産卵親魚と漁獲の対象になつている大型魚とはどんな関係に在るのか究めなければならない。

東北海区秋の漁場の大型魚も10月以降生殖巣は次第に熟して来るのであるが、熟度の進んだものが漁獲されない事は上述の通りである。即ちこの事は熟度が相当進むと集魚灯の光に集まらなくなるのか、或は漁場から離脱して南下を急ぐのか、いずれであつても、とにかく漁獲出来なくなつてしまう。

そこで秋の漁獲サンマの体長組成から大型魚の離脱状況を吟味する。

既に木村(1956a)が述べている様に、サンマが漁場から離脱する場合には、魚体の大きいものの方から始まるのであるが、29年～33年の5ヶ年の漁期中の旬別体長組成図(第10図)によると、9月の大型魚は29年・30年・32年共に峯が30-31cm台に在り、33年は峯が30cm台に在つて、31cm台のものはかなり少なく、31年は大型魚の出現しなかつた年である。

ところが10月上旬の体長組成を見ると、29年・30年・32年共に31cm台のものの出現数は非常に減少して、峯は30cm台へ移つている。即ち10月上旬以降大型魚の峯が30cm台である事は33年と全く同じである。即ち29年・30年・32年には、10月上旬になつて大型魚の内では比較的大きい31cm台を中心



第 10 図 昭和 29 年～33 年の 5 ケ年のサンマ漁期中の漁獲サンマの旬別体長組成

とするものが、かなり漁場から離脱してしまつたという事になる*。この離脱が生殖巣の完熟によるものとすれば、離脱した時即ち 9 月下旬から 10 月上旬にかけて産卵が行われたという事になる。

上述の様に 31cm 台を中心とする大型魚は 10 月上旬に大量離脱するが、更に 30cm 台を中心とする大型魚の主体部分も少し遅れて離脱を始める。それは漁獲魚中の大型魚と中型魚の割合の旬変化〔木村 (1956 a), 木村 (1960)〕によつて推定する事が出来る。今 29 年～33 年の内大型魚の出現しなかつた 31 年を除く他の 4 年について、大型魚の旬別混合率を図示すると第 11 図のようになる。

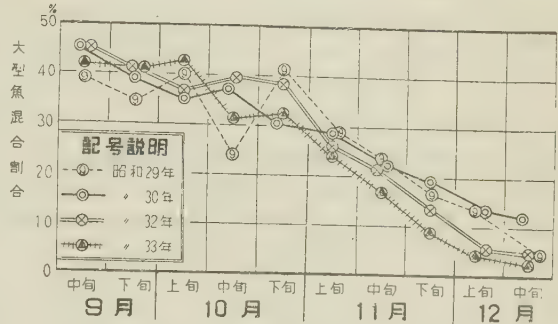
即ち各年共 9 月は大型魚の混合率が大体 40% 以上であるが、10 月上旬以降は 40% 以下になつてゐる。この 10 月上旬の混合率の減少は、大型魚の内 31cm 台を中心とするものが大量に離脱した為だと考えてよい。10 月の 3 旬は混合率が大体変化無く**、11 月上旬になると大型魚の漁場離脱が顕著となり、大型魚の混合率は再び著しい減少を示し、その後は 12 月に各旬略と同じ程度に減少し、12 月には大型魚はあまり見られなくなる。一方第 10 図でも、30cm 台の峯は 29 年・32 年共に 11 月上旬に消え、30cm 台は 29cm 台と同じ高さになつてゐる。30 年と 33 年は既に 10 月中旬に 30cm 台と 29cm 台と同じ高さであるが、30 年の 10 月中旬は 30cm 以上の大型魚の混合率が前旬よりむしろ若干増加している。

要するに大型魚の内特に大きいものは、9 月末から 10 月初にかけて漁場から大量に離脱するが、大型魚の主体が漁場から離脱するのは 11 月上旬から 12 月上旬において顕著である。従つて東北海区の秋の漁場へ現れた大型魚の産卵期は、離脱の時期を産卵期と見做すと、大型魚の内特に大きいものは 9 月末から 10 月初にかなり産卵するが、大型魚の大部分は 11 月初から 12 月にかけて産卵すると考えられる。

次に 29 年～33 年 東北海区の秋の稚魚調査で採集された稚魚の体長組成 (第 2 図) から、その稚魚の産卵された時期を推定して見よう。

29 年は 11 月上旬と中旬と 2 回、三陸近海の殆ど同じ水域を調査したが、その採集成績も殆ど同じで、両回共鉾崎の東 30～40 裡に採集量の最大が見られ、40°N 以北では殆ど無く、南側も金華山東では両回共 1 点数尾程度のものであつた。即ちこの 2 旬において、稚魚の漂流は甚だ僅であつたと考え、その間の体長組成の変化を成長の結果と見做す。両旬の体長組成は大体において共に正規分布であるが、唯峯の位置が 11 月上旬 1-1.5cm, 11 月中旬 1.5-2cm で、之からサンマ稚魚の成長量を 1 旬 0.5cm と仮定する。

幼魚の成長量に就いては、さきに海洋資源年報 昭和 26 年度サンマ資源篇において、駿河湾奥の幼魚の日々の体長変化から、13 日で 1.6cm (1 旬 1.2cm) の成長を推定した。発生直後の稚魚では之より成長量の小さいのは当然である。尚堀田 (1960) は稚魚の成長量を 1 旬 0.5cm よりもつと小さく見ているが、同氏の推定



第 11 図 漁獲魚中の大型魚の混合率の旬変化

* 尙細かく吟味すると、29 年も 30 年も 9 月中旬の体長組成では 31cm 台の方が 30cm 台より幾分高く、9 月下旬は 31cm 台が若干低くなつてゐる。従つて 9 月中旬から下旬にかけても、特に魚体の大きいものがいづれか漁場から離脱した事を示している。

** 昭和 29 年の 10 月中旬は大型魚の混合率が非常に小さい。之は 10 月中旬東北海区の大急潮により漁場の大移動が起こり、大量の大型魚が常磐近海へ南下したにも拘らず、常磐近海の漁獲魚の魚体は唯 1 回 50 尾だけしか測定されてゐないので、10 月中旬の測定記録は漁場全体を正確に代表せず、その為大型魚の混合割合が小さくなつたと考える。

方法に若干の疑問があるので、ここでは、1 旬 0.5cm とする。

稚魚の孵化当時の体長は 0.5cm であるから、0.5-1cm 階層のものは平均 5 日を経過したものとして取扱う。更に産卵から孵化までが約半月とされているので〔佐佐(1954), Yusa(1960)〕、0.5-1cm 階層に最大出現数をもつ稚魚はその採集された時から 2 旬前に産卵されたものとする。

以上の考え方を基にして、29 年 11 月上旬・中旬三陸近海の稚魚は 10 月上旬に産卵されたものと見做す。

29 年 11 月下旬常磐近海のものには峯が 1-1.5cm に在る。11 月上旬・中旬三陸近海に多かったものは、11 月下旬には体長組成の峯が 2-2.5cm に移っている筈で(成長の結果)、勿論この常磐近海の稚魚にも三陸近海で発生した稚魚と思われる上記の体長組成のものが混っている。そこで 11 月下旬の体長組成から 2-2.5cm に峯をもつ正規分布の群(A)を差引くと、1-1.5cm に峯をもつもう一つの群(B)が残る。そしてこの群(B)は 10 月下旬に産卵されたもの、その産卵場は当時的大型魚の分布・移動状況から判断して、金華山附近及びその南方である。尚体長組成図から計算すると、群(A)と群(B)とは個体数において略々等しい。

常磐近海 11 月下旬の採集量は 1 点平均 2 尾程度で、三陸近海 11 月上旬・中旬の平均 7.5 尾に比べて前者を 1/4 である。その上 常磐近海のものは群(A)と(B)の混合物であるから、常磐近海で発生した群(B)の採集量は、三陸近海発生群の 1/8 という僅なものである。

次に 30 年においては、11 月中旬常磐近海だけで大量に採集されたのであるが、体長組成の峯は 1.5-2cm に在り、前年同期と同じである。但し前年は 3~4cm のものも若干見られ、特に 11 月下旬にはこの大きさのものが全体の 10% を占めていたが、30 年 11 月中旬には全く見られなかった。

31 年には稚魚は殆ど採集されなかつたのであるが、それでも三陸近海で 17 尾、常磐近海で 7 尾が有つた。三陸近海の稚魚の体長組成は 0.5-1cm 階層が圧倒的に多いから、之もその産卵された時期は前 2 年と同様 10 月上旬という事になる。但し常磐近海のものは数も少なく、峯が形成されていない。

32 年の 10 月下旬三陸近海・沖合のものは峯が 1-1.5cm、但し 0.5-1cm のものも之に匹敵する程多いので、その産卵された時期は 10 月上旬初と見做す。11 月 1 日~3 日常磐沖合で採集されたものは 0.5-1cm に峯をもつ群と 2-2.5cm に峯をもつ群がちやうど同数、前者は 10 月中旬、後者は 9 月中旬頃に産卵されたものと推定され、金華山近海で 11 月 3 日・4 日に採集されたものは峯が 1-1.5cm で、0.5-1cm のものは甚だ少ないから、之は 10 月下旬三陸近海・沖合で採集されたものと同じ発生系統群、産卵されたのが 10 月上旬という事になる。更に 11 月 9 日~11 日常磐近海で大量に採集されたものは峯が 1.5-2cm であるから、之も 10 月下旬の三陸沖、11 月初の金華山近海のものと同じく、10 月上旬に産卵されたものである。但し 11 月下旬鹿島灘から東京湾外の採集魚は峯が 1-1.5cm で、之は明かに遅く、10 月下旬頃産卵されたものと思われるが、その採集量は僅であつた。

最後の 33 年は稚魚採集量の甚だ少なかつた年であるが、10 月下旬三陸近海・沖合の採集物は前年 10 月下旬のものと同様、峯は 1-1.5cm に在る。但し 0.5-1cm のものは前年程多くないので、前年より発生が若干早く、産卵されたのは 9 月末か 10 月初と考える。11 月上旬金華山から相模湾へかけての近海採集物の峯は 0.5cm から 2cm へかけての 3 階層のものが大体同じ高さであるから、9 月下旬・10 月上旬・中旬の 3 旬の産卵量が略々等しかつたと推定される。然し 11 月上旬と同じ水域を 11 月中旬再び調査した時には、今度は峯が 0.5-1cm に在り、産卵されたのが 10 月下旬と推定される群が主体となり、10 月中旬以前に産卵され 11 月上旬に採集された系統群は非常に少なくなつていた。

以上 稚魚の体長組成から判断して、9 月末から 10 月上旬頃三陸近海・沖合で産卵され発生する系統群が有る。然し漁期初魚群の南下の早い年は三陸近海で産卵が起らず、金華山附近及び常磐近海で産卵され発生する。この時産卵する親魚は体長 31cm を中心とするもので、大型魚の内でも魚体の稍々大きいものであるから、年によつて漁期初大型魚の中に 31cm 階層のものが甚だ少ない年には、10 月初の産卵は少ない事になる。

さらに東北海区秋の産卵の主群は 30cm 台に体長組成の峯をもつ群であり、その産卵期は 11 月初から 12 月にかけてであろうと予想した。従つて上記 5 ケ年の採集稚魚は、10 月上旬に産卵する 31cm 台を主とする魚群、即ち大型魚のうちで特に大きいものから発したもので、30cm 台のものは未だ産卵行動に入っていない

と考える。

以上の調査は毎年 11 月下旬で終っているが、11 月上旬以降に産卵されたものが稚魚として採集されるのは 11 月下旬乃至 12 月初からである。従つて 12 月以降も稚魚調査を継続しなければ、南下群の大型魚の主体から発生する稚魚を捕える事は出来ないのである。又調査の区域も常磐・房総・相模湾以外に、もつと沖合水域を対象とする必要が有る。この事に就いては次の (II, 2) で考察する。

(II, 2) 黒潮前線以南で採集された冬の稚魚に就いて

黒潮前線以南の冬季サンマ稚魚調査の結果によると、32 年も 33 年も各月各旬の採集物に常に 4cm 以上の大型稚魚が含まれている (第 9 図)。東北海区秋の調査では、5 ケ年の中に唯 33 年 11 月において、11 月 6 日 37°28'N, 145°32'E で 8.3cm, 4.3cm の 2 尾が、11 月 8 日 38°32'N, 142°28'E で 5.1cm の 1 尾が採集されただけである。

先ず 32 年 1 月 25 日～2 月 3 日野島崎南東水域の採集物を吟味するのに、ここでも 1 旬 0.5cm の成長を仮定するならば、体長組成の峯に当る 1-1.5 cm の階層のものは 12 月下旬に産出されたもの、又第 2 の峯の 2.5-3 cm のものは 11 月下旬産出という事になる。そして僅ではあるが 3～7cm のものが有り、之は大体 9 月～11 月頃産出と推定する。

サンマ稚魚は 4 cm 以上になると運動が活発になるので、稚魚網では捕獲し難く、従つて稚魚網の採集物の 4cm 以下と以上のものの割合を計算して、之を海中の稚魚の分布密度の割合と見る事は出来ない。

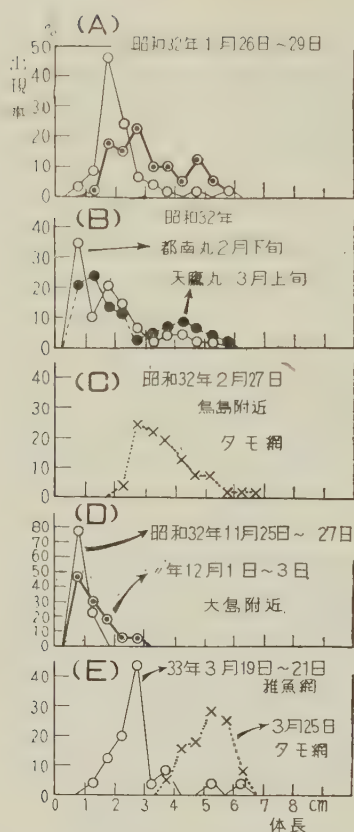
32 年 2 月上・中旬遠州灘近海のもの 0.5-1 cm 階層が甚だ卓越しているが、之は 1 月中旬・下旬頃に遠州灘方面で産出されたものであろう。更に 3 月上・中旬遠州灘沖合のものは峯が 1-1.5cm と 4-4.5cm に在り、前者の小型稚魚は 2 月中旬頃産出されたもの、後者の大型稚魚は 12 月上旬を中心として産出されたものと見る事が出来る。特にこの大型稚魚 (3～6cm) は採集物の 30% を占めているが、採集能率の悪い大型稚魚が 30% も捕えられたという事から、或は海中には大型稚魚の方が小型稚魚より多く游泳していたかも知れないのである。従つて 11 月・12 月頃の産卵量は 2 月頃の産卵量より遙かに多いという推定も可能となる。

尚 3 月上旬遠州灘沖合で採集された大型稚魚 (3～6cm) と 1 月末～2 月初野島崎南東水域で採集された小型稚魚とはその産出期が大体において一致していると見做される。

32 年初に黒潮前線以南で採集された稚魚は、前年 (31 年) の秋東北海区を南下した大型魚から産出されたものである。ところが 31 年秋の漁場には大型魚が殆ど出現しなかつた。木村 (1956a) は東北海区秋の漁場に大型魚が出現するかしないかは、その年の夏の末から秋の初の親潮前線の発達程度及びその位置によるものであると考えた。即ち親潮前線が発達し、東西に延び、秋のサンマ群の南下をこの前線で食止める時は、大型魚も中型魚もこの前線の北側で漁獲されるし、夏以来寒流の南下量が三陸近海に多い時は、大型魚は之に乗つて早く南方へ到達し、中型魚の群とは分離すると云うのである。31 年は三陸近海の寒流の南下量の多かつた事は 8 月の東北海区の下層等温線の分布図 (水路部発行の日本近海海況図等) に見られる通りで、大型魚が漁獲されなかつた事は本文の第 10 図に示されている。従つて東北海区秋の稚魚調査で稚魚が殆ど採集されなかつたのは当然である。

東北海区秋の海況は後に掲げられている第 20 図 (11 月の 100m 層水温分布図) に見られる様に、三陸近海を南下した寒流水系は金華山近海で分岐し、一つは常磐近海へ、一つは黒潮前線の北側を東へ走っている。又 147°E 方面を北海道の東沖合から南下する沖合寒流水系も、黒潮前線の北側で金華山方面から東進して来た沿岸寒流水系と合流している。要するに 31 年には大型魚の群は中型魚の群と分離して早く黒潮前線へ到達し、黒潮前線上を沖合へ漂流して行つたと考える。

32 年 1 月末～2 月初の野島崎南東水域の稚魚採集状況は、33～34°N において最も採集量が多く、34～35°N, 141～142°E や 31～33°N, 143～145°E でもかなり多い。之等の水域は大体において黒潮の南側の低温帯或は黒潮反流と呼ばれるところであり、その産卵された時期が前年 11 月頃と推定される。では 11 月頃



第 12 図 昭和 32 年・33 年、東京都水試都南丸が採集した伊豆諸島周辺のサンマ稚魚の体長組成

- (A) 昭和 32 年 1 月 26 日～29 日 伊豆諸島北部の稚魚網採集物
 —○— 1 月 28 日第 7 調査点 (33°33'N, 139°17'E) の稚魚 40 尾
 —○— 第 7 調査点を除く他の 9 点の稚魚 54 尾
- (B) 昭和 32 年 2 月 23 日・24 日 大島・鳥島間の稚魚網採集物 49 尾 (—○—印で示す)
 尙同年 3 月上旬天鷹丸の 遠州灘近海・沖合の稚魚網採集物 156 尾を比較の為 …●…で示してある。
- (C) 昭和 32 年 2 月 27 日 鳥島附近のタモ網採集物 118 尾
- (D) 昭和 32 年 11 月下旬・12 月上旬大島附近稚魚網採集物
 —○— 32 年 11 月 25 日～27 日の採集物 22 尾
 —○— " 12 月 1 日～3 日 " 158 尾
- (E) 昭和 33 年 3 月大島・鳥島間の採集物
 —○— 3 月 19 日～21 日 稚魚網採集物 25 尾
 …××… 3 月 25 日 鳥島附近タモ網採集物 39 尾

直後 (2 月中旬頃産卵) のものばかりで、4cm 以上の大型稚魚の多かつた水域と云えば、St 2, 23, 24, 12, 13 等皆黒潮前線の南側に在り、又遠く沖合の St 17, 18, 19 にも大型稚魚は多かつた。

この天鷹丸の調査結果に対し、東京都水産試験場都南丸の伊豆諸島周辺稚魚調査結果 (第 2 表) を比較して見よう。都南丸は 32 年 1 月 26 日～29 日に伊豆諸島北部を、又 2 月 23 日～27 日に伊豆諸島を南北に調査した。そして 1 月 26 日に 34°33'N, 139°17'E で 40 尾の大量を採集したが、その体長組成は第 12 図 (A) の様に、1.0～5.5cm の 9 階層に跨り、40 尾の平均体長は 3.1cm である。その他の 8 点の採集量は 甚だ僅

親魚がどこで産卵したかという事になると、その推定はかなり困難であるが、おそらくは黒潮前線の北側で産卵し、之から孵化した稚魚は黒潮に運ばれて漂流し、148～149°E 方面で前線が南へ曲つている為、稚魚も遠く南方へ移動して、1 月末～2 月初前述の水域で大量に採集されたのでであろうと推察される。或は又親魚がこの年は黒潮前線に乗つて早く南方へ移動し、11 月頃黒潮前線の南方で産卵したのかも知れない。

ともかくも 30～35°N, 140～149°E の広大な水域で大量に稚魚が採集され、1 点の採集量においても、或は多く採集された水域の面積においても、東北海区秋の 5 ケ年の調査結果と比較して問題にならぬ程の大きなものであるという事は、11 月・12 月頃の産卵量がどれ程莫大であるかを示しているものである。

32 年の第 2 次調査 (主として遠州灘近海、2 月 9 日～14 日) では、4cm 以上の大型稚魚の採れたところは St 5 (34°10'N, 139°16'E) と St 7 (33°57'N, 138°45'E) の唯 2 ケ所で、St 5 で 7 尾、St 7 で 3 尾である。この 2 点は第 5 図に示されている様に、野島崎附近から寒流水系が西へ進出している部分で、11 月頃東北海区の南方で産出されたものが、相模湾沖へ運び込まれたものと見てよい (St 23 もこの水域の中に在るが、ここでは曳網しなかつた)。之に対し 遠州灘近海のもの、殆ど 1 月上・中旬に産出された小型稚魚であつて、之は前年秋東北海区で漁獲の対象となつた中型魚の内大きい方のもの (秋に体長 29cm 台であつたもの) が、漁期後遠州灘近海へ移動し、体長は 30cm を超え、生殖巣が完熟して、1 月頃産卵したと考える。

第 3 次調査 (3 月 2 日～13 日) では、遠州灘近海の稚魚は殆ど全部 1cm 以下の孵化

で、体長も一般に小さいが、孵化直後の 1.0 cm 以下のものは僅 2 尾、1-1.5 cm のものも 5 尾、主体は 1.5-2 cm 階層のもので、之が全体の 46% を占め、2-2.5 cm 階層が 24% である。この 1.5-2.5 cm のものは、1 旬 0.5 cm の成長を仮定すると、12 月下旬孵化したもので、産出された時期は 12 月初という事になり、従つて 1 月下旬の採集物は大部分が 12 月初に産出されたものと見做されるが、唯 34°33'N, 139°17'E の 40 尾は 12 月上旬に産出されたものの外に、もつと早く産出されたものが 50% 以上も含まれていた。

次に都南丸の 2 月下旬 大島〜鳥島間の採集物 49 尾の体長組成は第 12 図 (B) に示されている。北部大島〜黒瀬方面では曳網点 3 点の内 2 点で孵化直後のものが僅 3 尾採れただけ、八丈島附近では大型稚魚 (3.9-5.4 cm, 11 月初頃産出されたもの) が 4 尾、青ヶ島以南は採集量も多く、合計 42 尾の体長組成は、孵化直後 (2 月上旬産出) のものの外に 1.5-2.5 cm を中心とする 1 月上旬頃産出されたものが多い。之は天鷹丸の第 3 次調査 3 月上旬の採集物 (遠州灘近海・沖合、主として黒潮前線以南のもの) の体長組成と殆ど同じである [第 12 図 (B)]。

但し都南丸がこの調査中、鳥島附近でタモ網で採集した 118 尾は第 12 図 (C) の様に 2.5-4.0 cm のものが中心となつており、12 月上旬頃産出されたもの、之に 4 cm 以上の更に大きいもの (11 月初頃産出) が 30% も混つている。

要するに黒潮前線の南では、前年秋に中型魚と呼ばれていたものの内で、体長の稍々大きい 28, 29 cm 台のものが 1 月・2 月頃産卵するので、之から発生した稚魚も少なくないが、一方前年 11 月・12 月に産出された稚魚も大量にこの方面へ漂流して来ている事が想定されるのである。勿論 136-139°E 方面は野島崎南東水域に比べて稚魚の採集量が甚だ少ない。之は 11 月・12 月頃に産出された稚魚が 1 月・2 月頃には 3-6 cm 程度に成長しているので、捕獲が困難である事及び黒潮反流水域を西へ漂流している内に分散し、分布密度が低くなつた為だと考えてよい。

本州の南近海 黒潮前線の北側では稚魚は甚だ少なく、1 月下旬都南丸で前年末に産出されたものが若干採集されたが、2 月・3 月には前年末産出されたものは殆ど採集されなかつた。

33 年冬季天鷹丸の調査は 141°E 以西 九州近海に及んでいるが、一般に稚魚の採集量が少ない。32 年と共通の調査水域は 30-33°N, 136-139°E 及び 33-33.5°N, 136-140°E 方面だけであるが、この水域で 32 年は採集量 0 の点が一つも無いのに、33 年は 4 点も有り、32 年は 1 点 10 尾以上の点が 9 点で、この水域の全調査点の 45% を占めたのに反し、33 年は僅 2 点で、全調査点の 12% に過ぎない。従つてこの方面では、33 年の稚魚分布密度が 32 年よりかなり低かつた事になる。

然しこの事は先きに I, 3, 2 において述べた様に、両年の調査時期の相違がかなり影響したのであろう。

この年も都南丸により、伊豆諸島周辺の稚魚調査がなされた (第 2 表)。先ず 32 年 11 月下旬〜12 月中旬に大島南東 6-20 哩が屢々調査された。11 月下旬の採集点 10 点の採集量の平均は僅 1.7 尾*、ところが 12 月 1 日 急に 49 尾採れた点があり、2 日にも 32 尾、3 日も 39 尾の点があった。その後しばらく調査を休み、12 月 11 日・14 日 3 点で曳網したが僅 1 尾に過ぎなかつた。之等の稚魚の体長は第 12 図 (D) に示されている様に、11 月下旬のものは殆ど孵化直後 (11 月上旬産出) の 0.5-1 cm のものが 78% を占めていたが、12 月 1 日〜3 日のものは 0.5-1 cm のものが 46% となり、1-1.5 cm のものも 29%, 2-3 cm の稍々大きいものが 9% 混つていた。即ち 10 月東北海区で産出されたものが相当大量に大島方面へ運ばれて来たとしてよいわけである。

伊豆諸島を南北に調査したのは前年は 2 月下旬であつたが、この年は 3 月 19 日〜21 日で約 1 ヶ月遅れている。そしてこの年の採集量は 1 点平均 3.1 尾で、前年の 5.4 尾より稍々少ない。又鳥島附近のタモ網採集もこの年は少なく 39 尾であつた。この時の採集物の体長組成は第 12 図 (E) に示されている様に、稚魚網の採集物では 2.5-3 cm に頗る高い峯 (44%) が存在し、孵化直後の 0.5-1 cm のものは全く無く、1-2 cm のものも、3 cm 以上のものも甚だ少ない。一方タモ網の採集物では 4-6 cm のものが大部分を占めている。

* この年天鷹丸は東京帰航中、11 月 22 日大島附近で 6 点稚魚網を曳いたが、その採集量は平均 2.0 尾、都南丸同期の採集量の平均値と略々一致している。

を前年 2 月下旬のこの水域の採集物の体長組成と比較すると、稚魚網のものもタモ網のものも共に 33 年の方が大きい。即ち両年の採集物の体長組成の峯の位置と平均体長は次の様になる。

昭和 32 年 2 月 23 日・24 日 (稚魚網)	峯の位置	0.5-1cm	平均体長	1.8cm
昭和 33 年 3 月 19 日～21 日 (")	"	2.5-3cm	"	2.8cm
昭和 32 年 2 月 27 日 (タモ網)	"	2.5-3cm	"	3.7cm
昭和 33 年 3 月 25 日 (")	"	5-5.5cm	"	5.2cm

則ち両年の稚魚網の採集物は峯の位置で 2cm、平均体長で 1.0cm、又タモ網の採集物は峯の位置で 2.5cm、平均体長で 1.5cm の差を示している。▲等の稚魚の体長組成の図は皆正規分布を示していないから、峯の位置をとるとかなり誤差が大きくなる。又 32 年 2 月下旬の稚魚網採集物には発生時期の著しく早い 3cm 以上の大型稚魚を含んでいるから、之を除くと平均体長は 1.4cm になる。以上の点を考慮に入れると、両年の採集物の平均体長の差は稚魚網の場合 1.4cm、タモ網の場合 1.5cm という事になる。採集時期においては前述の通り、33 年の方が約 1 ヶ月遅いのであるから、前に仮定した 1 旬 0.5cm の成長量をこの場合へあてはめると、結局この両年の採集物はどちらも同じ時期に発生したものという事になる。即ち稚魚網で採集された小型稚魚は 1 月下旬頃産出されたもの、タモ網採集物は 12 月中旬頃産出されたものという事になる。そして 33 年の採集量が前年より少ないのは、稚魚が成長し運動が活発になつた為採集がそれだけ困難になつた事及び時間の経過に伴つて次第に分散して分布密度が小さくなつた事が主な原因であろう。

(II, 3) 産卵親魚及び稚魚の黒潮前線上の漂流

11 月・12 月の産卵量が非常に多いと推定される事は上述の通りである。この時期のサンマ漁場は大部分が黒潮前線の北側に在り、産卵親魚と見做される大型魚は刻々に漁場から離脱している。従つて産卵場は当然黒潮前線の周辺と考えてよい。

各年の漁期の後半の黒潮前線上の漁場の形及びその移動状況は、その年の秋の稚魚発生、更にその後の稚魚の分布・移動に大きな影響を与える筈であるから、先ず各年の漁期後半、黒潮前線上に形成された漁場に就いて検討する。

II, 3, 1 黒潮前線上の漁場の東漸*

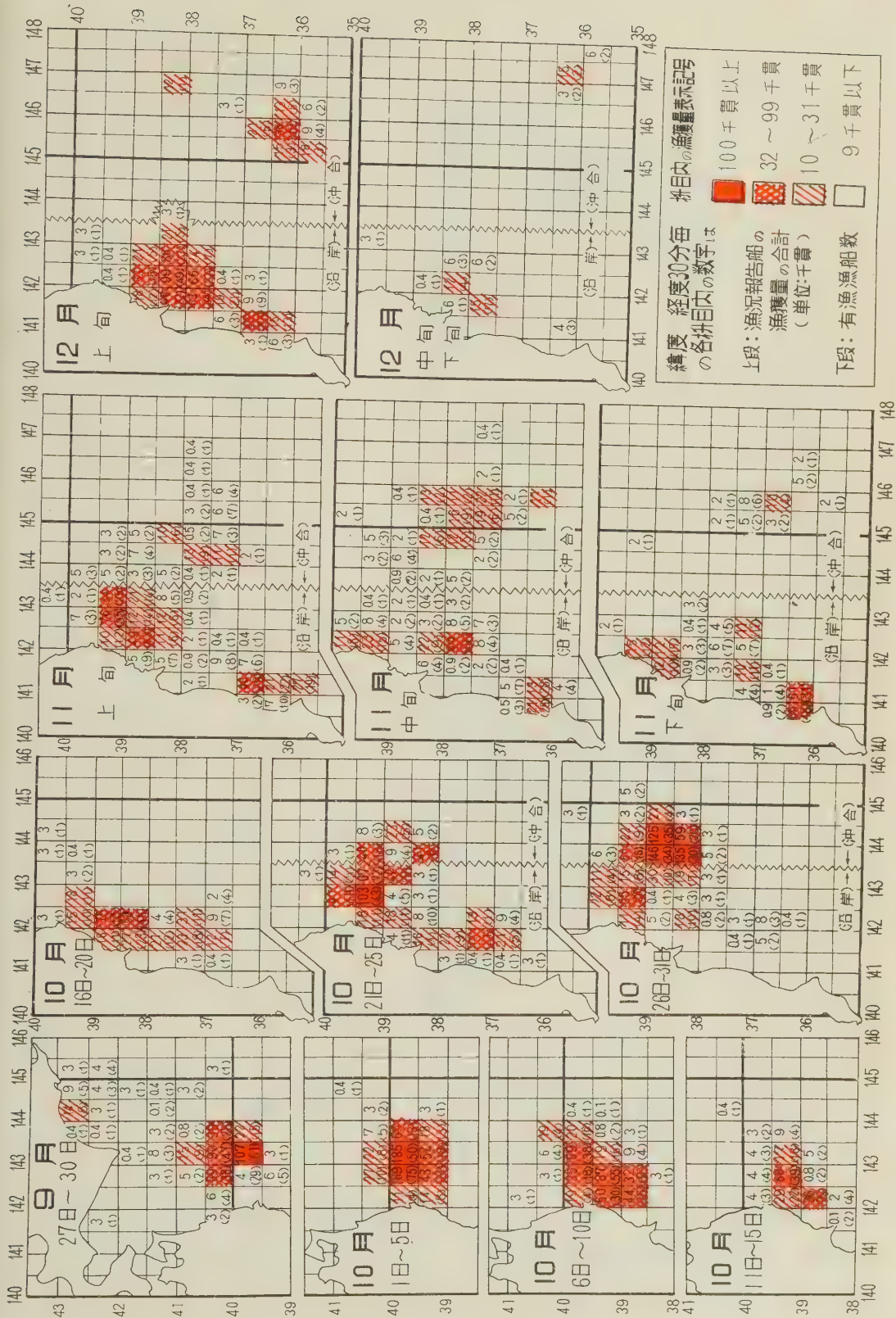
昭和 25 年 この年は漁期間漁船で 145°E 以東へ出たものは甚だ少ない。唯 10 月下旬後半・11 月上旬前半に 40°N, 145°E 方面に若干の出漁船が有つただけである。尚この年は大型魚は殆ど漁獲の対象になつていない。

昭和 26 年 この年も漁獲魚は殆ど中型魚であつた。9 月末～10 月中旬の漁場は三陸近海 100 哩以内であり、28cm 台に体長組成の峯をもつ中型魚によつて構成されていたが、10 月下旬 27cm 台に峯をもつ中型魚が三陸の距岸 100～150 哩方面を南下して来て、11 月上旬黒潮前線へ到達し、その後は黒潮前線の北側を南東へ移動して行つた。即ちこの沖合漁場の中心の移動状況は第 13 図に示されている。

即ち

11 月上旬	37 ～38.5°N,	144 ～146°E
11 月中旬	37 ～38.5°N,	144.5 ～146°E
11 月下旬	36.5～37.5°N,	145 ～146°E
12 月上旬	35.5～37° N,	145 ～147°E
12 月中旬	35.5～36.5°N,	146.5 ～148°E

* 東漸……漁場が徐々に東へ移動する事を意味する。



第 13 図 昭和 26 年 東北海区 緯度経度 30 分枠目録毎の半旬別サンマ漁獲量と有漁漁船数

東北海区南下サンマの主産卵期と主産卵場

当時の黒潮前線は $144\sim 145^{\circ}\text{E}$ で方向が急に南へ変り、 145°E 以東では寒流水系の南下が顕著である(第 14 図)。

この沖合へ移動した 漁場の速度は 大まかに平均すると、1 日凡そ 6 浬である。

昭和 27 年* 9 月下旬襟裳岬方面に在った漁場が、10 月上旬三陸近海へ移動した。10 月中旬黒潮勢力が急に発達し、漁場の南下を喰止めたが、漁場の沖合の部分は主漁場から分離して、南東へ移動する様になった。即ち半月毎の漁場範囲は次の様である。

10 月上旬及び10月中旬前半

$39\sim 40.5^{\circ}\text{N}$, $142.5\sim 146.5^{\circ}\text{E}$

10月中旬後半

主漁場 $38.5\sim 40.5^{\circ}\text{N}$, $142.5\sim 145^{\circ}\text{E}$

分離漁場 $38.5\sim 40^{\circ}\text{N}$, $145\sim 147^{\circ}\text{E}$

10月下旬前半

主漁場 $38.5\sim 40.5^{\circ}\text{N}$, $142.5\sim 145^{\circ}\text{E}$

分離漁場 $38.5\sim 40^{\circ}\text{N}$, $146\sim 148^{\circ}\text{E}$

10月下旬後半

主漁場 $38.5\sim 40.5^{\circ}\text{N}$, $141.5\sim 145^{\circ}\text{E}$

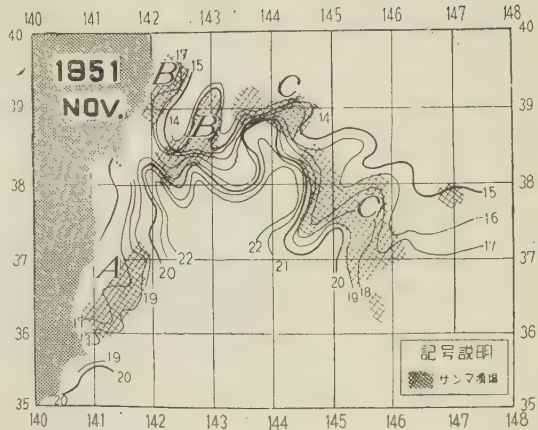
(分離した漁場へ漁船殆ど出漁しない)

上述の沖合へ分離した漁場では 漁船の操業が僅に 10 日程度であつた。

尚 この年は 漁期初漁獲魚の中に大型魚が 20% 程混つていた。

昭和 28 年** この年の漁獲物は殆ど中型魚だけであつた。即ち三陸近海を南下する寒流勢力が強かつた年であるから、漁場の南下も早く、中心漁場の位置は 9 月中旬 $40\sim 41^{\circ}\text{N}$ に在つたのが、10 月中・下旬には $38\sim 40^{\circ}\text{N}$ へ移つた。又 10 月中旬後半から 145°E 以東への出漁船が増加し、同下旬後半には 145°E 以東も $36\sim 41.5^{\circ}\text{N}$ に広く漁船が操業した。

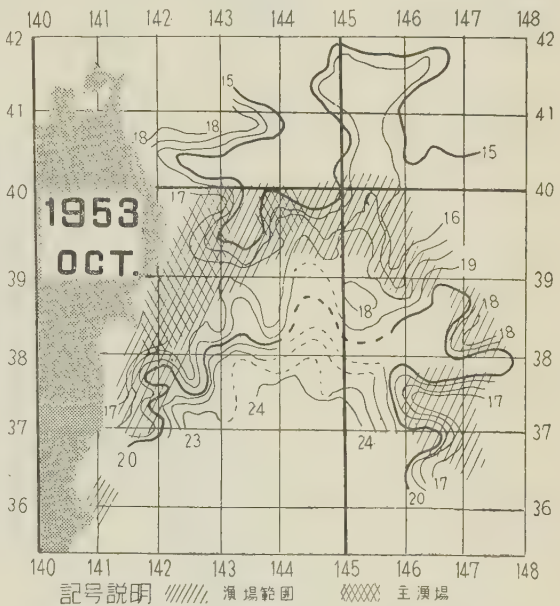
10 月下旬後半の漁船操業位置と当時の東北海区の表面水温の関係は第 15 図に示す通りである。



第 14 図 昭和 26 年 11 月中旬前半の東北海区の表面水温とサンマ漁場の分布

(東北水研漁況速報 昭和26年度第40号から転載)

(注意) 図の中の漁場 A の魚群は体長組成の峯が 28cm 合、漁場 B 及び C のものは峯が 27cm 合に在る。



第 15 図 昭和 28 年 10 月下旬後半の東北海区の表面水温とサンマ漁場の分布

(昭和 28 年度東北水研 漁況速報 昭和 28 年度) 第 35 号から転載

* 昭和 27 年各半月毎の漁場図は東北水研資源年報 昭和 27 年度 サンマ資源篇の図 2 に掲げてある。本報告では省略する。

** 昭和 28 年各半月毎の漁場図は東北水研資源年報 昭和 28 年度 サンマ資源篇の図 2 に掲げてある。本報告では省略する。

昭和 29 年 この年は 8 月・9 月 親潮前線が強く発達し、10 月上旬にサンマ群を 40°N 以北へ押え、大型魚・中型魚が相半して漁獲されていたが、10 月中旬親潮前線の釣合が破れ、サンマ群は三陸沿岸を急に南下し、10 月中旬には常磐近海でも漁獲が見られ、10 月中・下旬常磐近海の漁獲物は大部分が大型魚であつた。

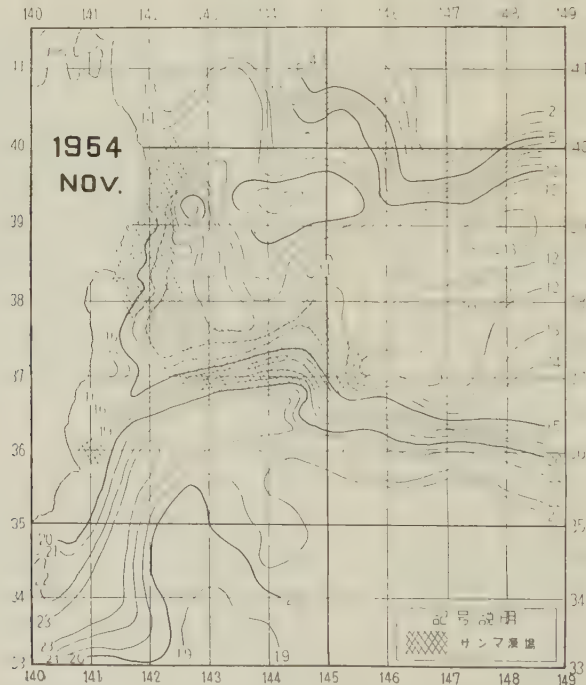
この常磐漁場へ南下して来た魚群は、37°N 方面を東へ走る黒潮に運ばれて次第に沖合へ移動した。今漁場の三陸近海の南下、引続いて常磐沖合東への移動状態を検討する為に、第 16 図から各半月毎の中心漁場の位置を書出して見ると次の様になる。

10 月中旬前半	39.5~40.5°N,	142.5~143.5°E	
10 月中旬後半	39 ~40° N,	142 ~143.5°E	
10 月下旬前半	38 ~40° N,	142 ~143° E	
10 月下旬後半	{ 38 ~40° N,	142 ~143° E	(三陸近海漁場)
	{ 36.5~38° N,	142 ~143.5°E	(黒潮前線漁場)
11 月上旬前半	{ 37.5~40° N,	142 ~143° E	(三陸近海漁場)
	{ 36.5~37.5°N,	142.5~144.5°E	(黒潮前線漁場)
11 月上旬後半	{ 39 ~40.5°N,	142 ~143° E	(三陸近海漁場)
	{ 36.5~37° N,	144 ~146° E	(黒潮前線漁場)

但し 11 月中旬以後は 145°E 以東への出漁船が無い。

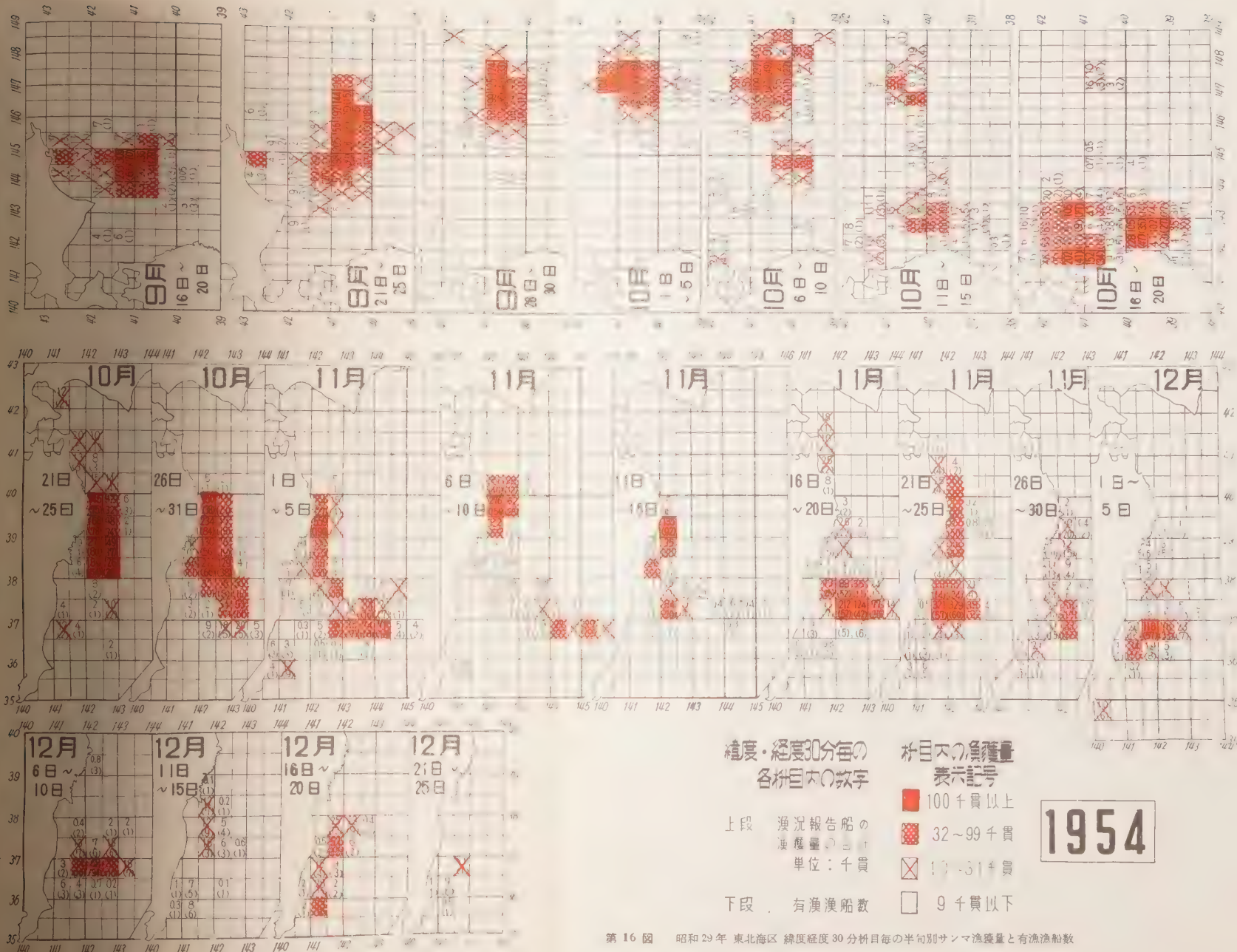
上記の各半月毎の中心漁場の位置から漁場の南下速度を計算すると、三陸近海の南下速度は 1 日凡そ 12 哩、黒潮前線上の東への移動速度は 1 日凡そ 10 哩となる。

次に東北海区冷害対策海洋調査(東北水研・地方水試の共同調査)の記録* から 11 月の 100m 水温分布図を作り、之に 11 月のサンマ漁場の位置を書添えると第 17 図の様になり、三陸沿岸水域を南下した魚群の大部分が黒潮前線に沿って東へ移動しているのをはつきり見る事が出来る。

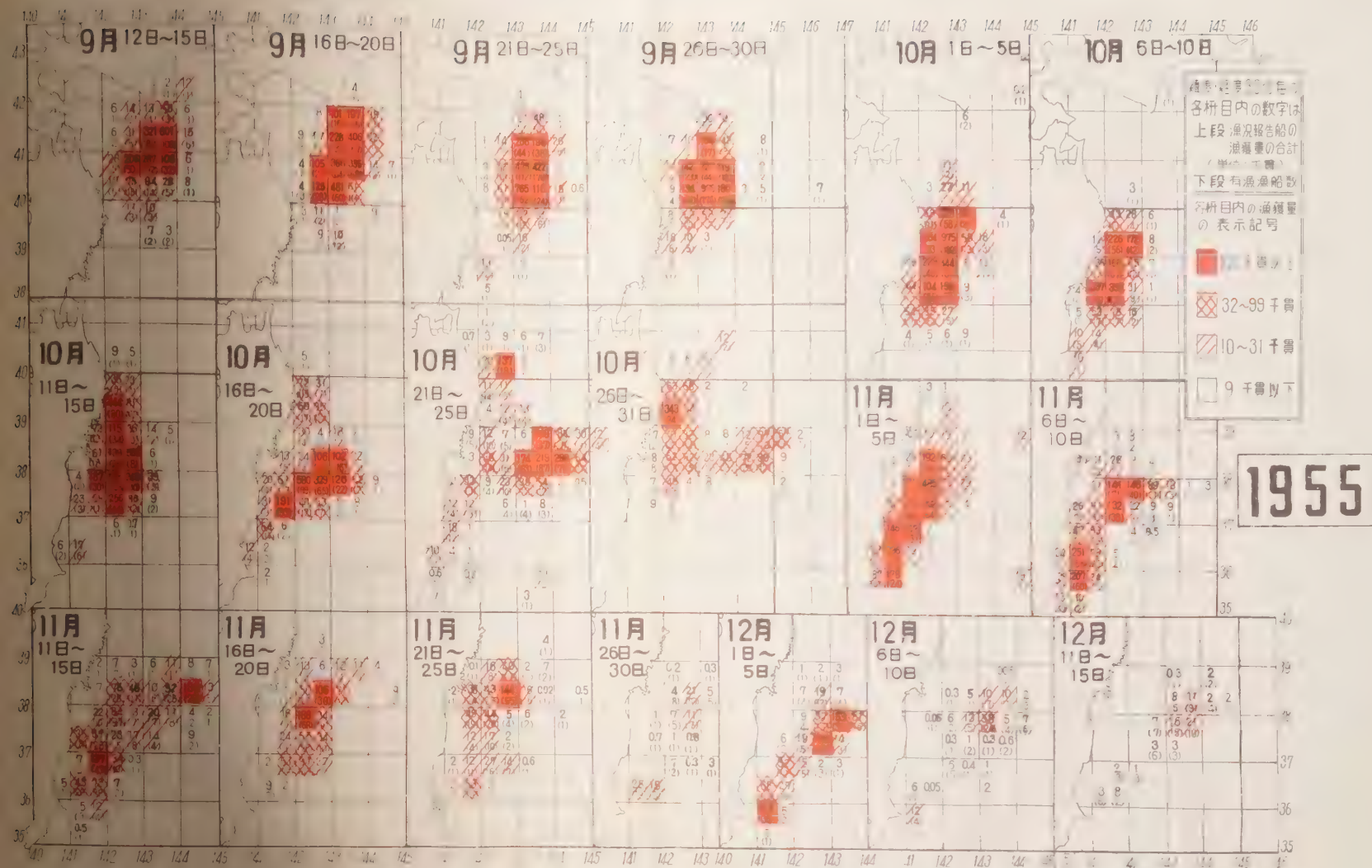


第 17 図 昭和 29 年 11 月東北海区 100m 層等温線とサンマ漁場の分布図

* 海洋観測成果表(略報) 1954 年度 東北海区水産研究所



第 16 図 昭和 29 年 東北海区 緯度経度 30 分枠目毎の半月別サンマ漁獲量と有漁漁船数



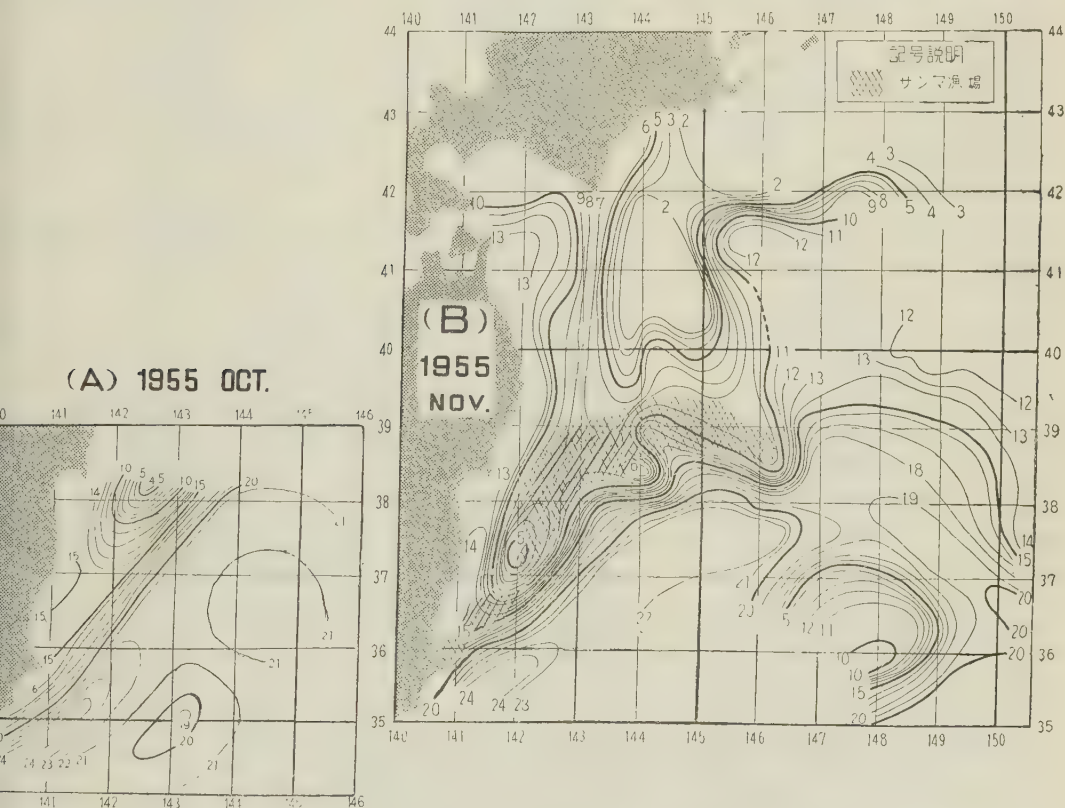
第 18 図 昭和 30 年 東北海区 緯度経度 30 分標目毎の半旬別サケ漁獲量と有漁漁船数

昭和 30 年 この年の 8 月の東北海区 100m 層水温分布図* によると、親潮前線と黒潮前線とは一致して、38~39°N を陸岸から遠く 151°E 迄 (151°E 以東は調査が無い) 真東へ走っている。漁場の分布は第 8 図の様に、9 月末迄は 39°N 以北に止まっており、10 月に入つて漁場は金華山の南迄南下し、魚群の一部はやがて鹿島近海へ移動したが、常磐近海には北北東へ走る黒潮が強く [第 19 図 (A)]、南下魚群の大部分は黒潮前線の北側 (37~38°N) を東へ進み、漁場の東の縁は

10 月上旬前半・後半	143° E	(37~38°N)
10 月中旬前半	143.5°E	(")
10 月中旬後半	144.5°E	(")
10 月下旬前半	145° E	(38~39°N)
10 月下旬後半	146° E	(")

尚 10 月下旬後半 37.5~38°N, 146~146.5°E の柗目にも漁が有つた。この 10 月中・下旬漁場の東への移動速度は 1 日平均約 7.5 哩である。

10 月末三陸近海の寒流が強く南下し 常 磐 近 海へ大群を運び [第 19 図 (B)]、11 月上旬この方面頗る大魚、従つて沖合に出漁船全く無かつたが、 上旬後半から 再び 37~39°N 方面は 145°E 迄出漁船を見る様に



第 19 図 昭和 30 年秋東北海区 100m 層等温線とサンマ漁場の分布図

(A) 10 月 (日本近海海況図, 水路部発行による)

(B) 11 月 (凌風丸・夕汐丸・第 1 旭丸・光洋丸その他の記録により著者が作図したもの)

* 海洋観測成果表 (略報) 1955 年度 東北海区水産研究所 但し本報告には図を省略する

なり、11月下旬前半迄この状態が続いた。

昭和 31 年 この年は8月以来三陸近海を南下する寒流が強く、10月上旬後半既に鹿島灘で大漁、漁況報告だけで47隻、1隻平均 7,700 貫の好成績であつた(第20図)。但し漁獲物は中型魚だけで、大型魚は殆ど見られなかつた。

三陸沖の 147°~150°E 方面では9月カツオ船によつて屢々サマの大群が見られ、10月の各旬39°~41°N, 147°~148°E を中心として、随分遠く迄出漁していたが、11月上旬前半、38°~40.5°N, 145°~148°E で1隻1日平均 4,000 貫の好漁、上旬後半も尚好漁が続いた(第20図)。この沖合漁場の漁獲物も皆中型魚であつた。

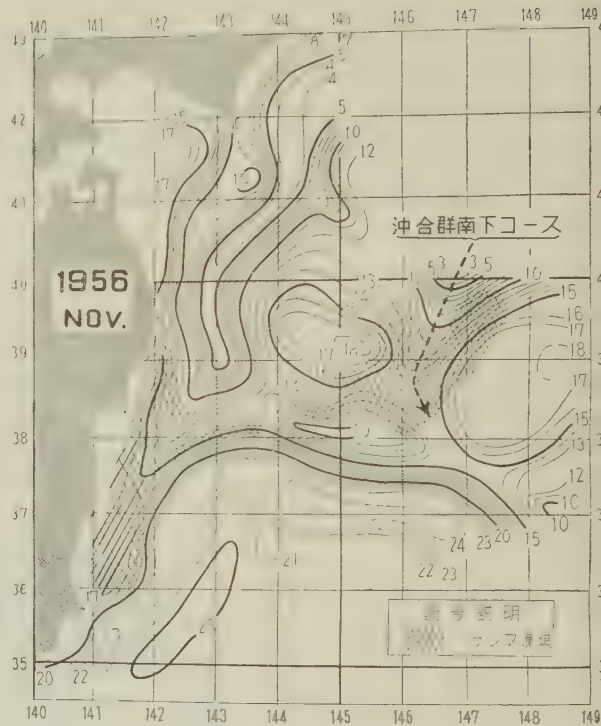
この沖合漁場は 144°~146°E 方面を北上する黒潮分派によつて近海漁場とははつきり隔離されており、沖合南下群によつて形成されたものである。然しこの沖合魚群も南下して 37°~38°N で黒潮前線に突当り、近海から黒潮前線上を東へ移動して来た魚群と 146°~147°E 方面で一緒になっている(第21図)。

昭和 32 年 この年は漁期初大型魚と中型魚が半々に漁獲された。

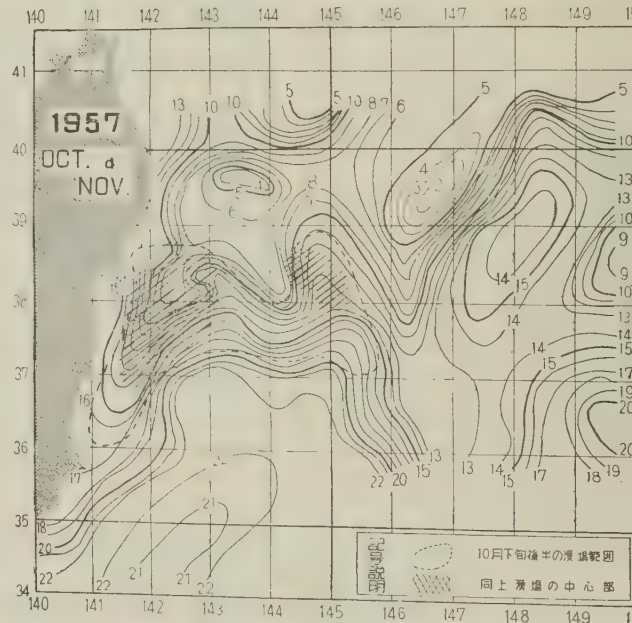
漁場は10月上旬前半迄親潮前線に妨げられて、40°N以南へ南下出来なかつたが、10月上旬後半親潮前線の釣合が破れ、南下の先頭群は三陸の稍々沖合(143°~144°E)を真南に金華山方面へ移動した(第22図)。

この年の黒潮前線は第23図に見られる様に、37°~38°N を東へ走つていたので、南下した魚群はこの前線の為に方向を変え、黒潮前線の北側(37°~38.5°N)を東へ進行したが漁場の東端は何時も 145°E 乃至 146°E であつた。漁場が 146°E 以東へ進行しなかつた原因は、黒潮前線が 145°~146°E あたりで急に南へ曲つているからで、その為に魚群も進行方向を南へ変え、東へは進出しなかつたのである。

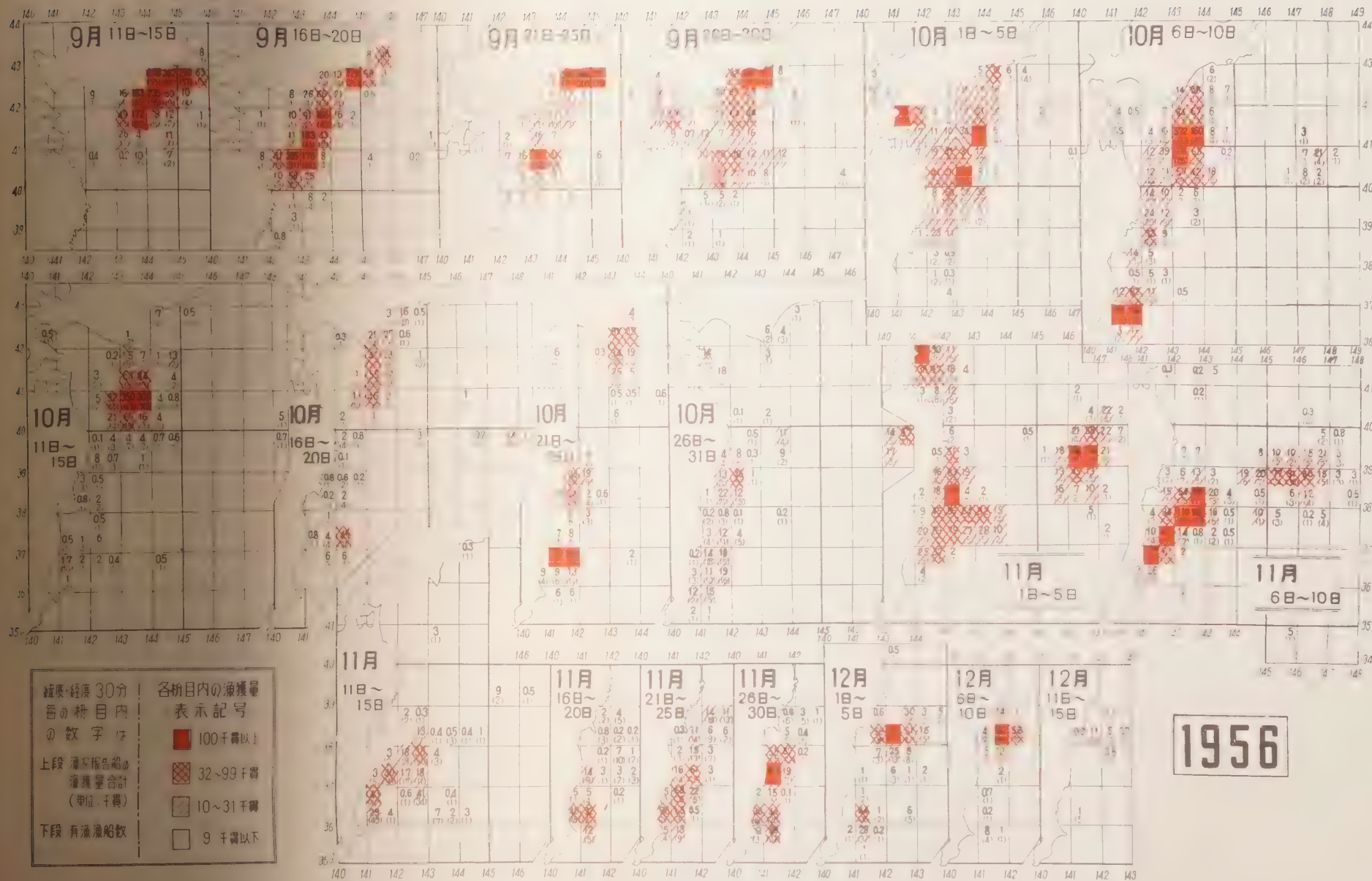
但し 10月下旬から常磐近海を南下す



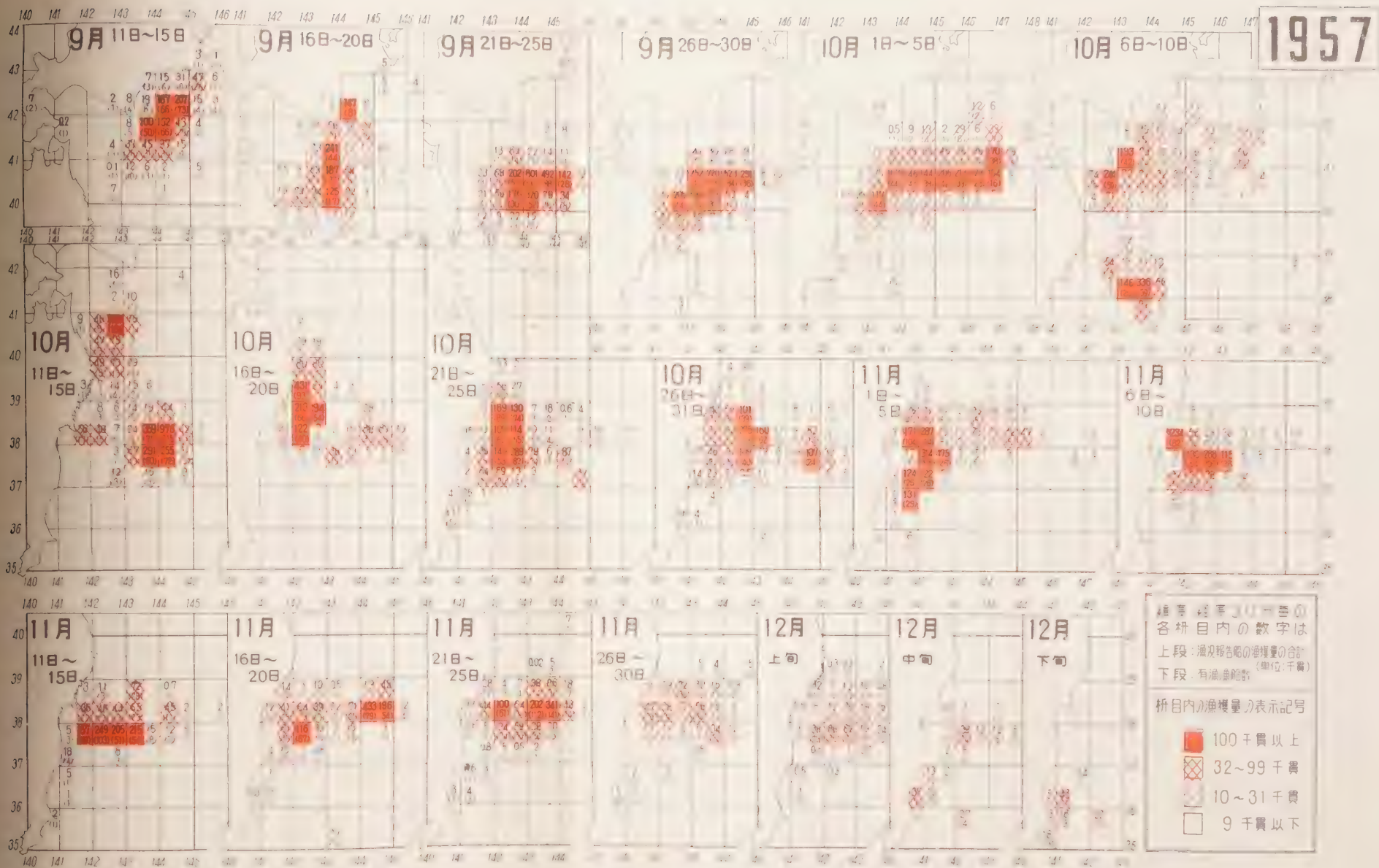
第21図 昭和31年11月東北海区100m層等温線とサンマ漁場の分布(等温線は日本近海海況図 水路部発行による)



第23図 昭和32年11月東北海区100m層等温線とサンマ漁場の分布(等温線は日本近海海況図 水路部発行による)



第 20 図 昭和 31 年 東北海区 緯度経度 30 分毎日毎の半別別サンマ漁獲量と有漁船数



第 22 図 昭和 32 年 東北海区 緯度経度 30 分枠目毎の半旬別サンマ漁獲量と有漁船舶数

寒流が強く、之に運ばれた魚群が 10 月下旬から 11 月中頃迄、塩屋崎近海に大漁をもたらした。

昭和 33 年 この年も大型魚と中型魚が出現したが、大型魚の割合率は漁期初約 30% 程度で、29 年・30 年・32 年より若干少ない。之は既に (II, 1) で説明されている様に、体長 31cm 台を中心とする大型魚の内、特に大型のものが、漁期初から少ない事が原因であろう。

この年は 10 月中旬の初に暖水塊が金華山方面へ接岸し、暖水塊の北側に顕著な前線 (2 次的黒潮前線を形成)、寒流水系の南下を遮断したので (第 25 図)、9 月下旬既に金華山あたり迄南下して来たサンマ群も、10 月以降常磐近海へ進出する事が出来ず、常磐近海は漁期末迄殆ど漁らしい漁を見なかつた (第 24 図)。

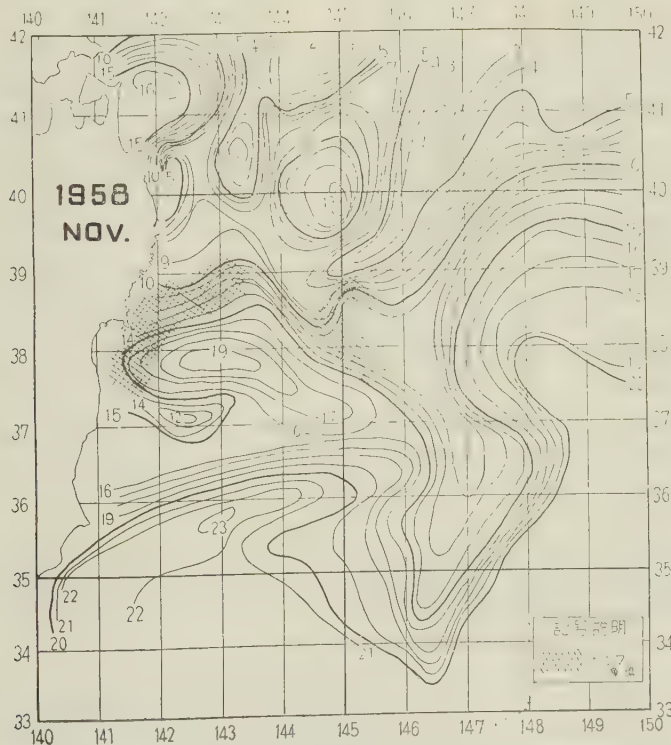
この金華山東を走る前線は 142°~143.5°E 方面では東北東へ、143.5°~146°E では南東へ向い、146°E 方面で黒潮前線と合流し、共に 37°N から 34°N 迄真直に南流し、魚群の南下路を形成した (第 25 図)。

従つて 10 月・11 月屢々漁場が金華山東を 146°E 迄延びているが、前年と同様に それより東には漁場が形成されなかつたのである。

I, 3, 2 黒潮前線上の水塊の漂流速度

前線上の水塊の漂流速度に関しては増沢の報文 (1958) が有る。即ち 1957, '58 年の IGY の調査の一環として行われた凌風丸・春風丸・夕汐丸・海洋丸 4 隻の連合による 1957 年 (昭和 32 年) 夏季黒潮前線調査によると、6 月 9 日~11 日から 6 月 17 日~19 日の間に、金華山東 60 哩の冷水塊が更に東へ 160 哩移動 (1 日平均移動速度約 20 哩)、又 6 月 17 日~19 日金華山東 60 哩に出現した第 2 の冷水塊も、6 月 28 日~30 日に前線上を東へ 160 哩移動 (1 日平均約 15 哩) している。

東北水研の海洋資源部によつて昭和 33 年から始められた黒潮前線の調査において、34 年 6 月黒潮前線周



第 25 図 昭和 33 年 11 月東北海区 100m 層等温線とサンマ漁場の分布図
(等温線は日本近海海況図 水路部発行による)

辺 4 回の観測では、前線の北側を東へ移動する冷水塊 (100 層で中央部が大体 10°C 前後) が 1 日平均 10 哩程度の速さで移動しており、又 34 年 7 月 9 日 2 次的黒潮前線 (黒潮前線から分離北上した暖水塊周辺の潮境) で投入した 2m 平方の木枠漂流板は、11 日間に 143 哩北北東へ移動、1 日平均 13 哩の漂流速度を示した (東北水研海洋資源部 1960)。

一方黒潮前線上の漁場移動速度に関しては II.3.1 で述べた様に、昭和 29 年には 1 日平均 10 哩、又三陸近海の南下速度も 29 年・31 年には共に 1 日平均 12 哩の値が得られた。

然し一般に魚群団の移動速度を漁場の移動速度で代用させる事は出来ない。黒潮前線上を移動する水塊の速度は水温等の観測を繰返して行う事によりかなり正確に計算出来るが、魚群団の追跡は不可能であるから、その移動速度を一応は漁場の移動速度で推定するわけである。然し魚群団が早く東進した為に、先頭部分が漁獲の対象から外れてしまう事は当然考えられるところである。従つて漁場の東進速度は一般に魚群団の東進速度より小さいわけであるが、昭和 29 年の漁場の三陸近海南下速度 1 日平均 12 哩或は黒潮前線上の東進速度 10 哩というのは水塊の移動速度に近い値であり、大体において魚群団の移動速度を表していると見てよいであろう。

(II, 4) 冬季サンマ群の分布水域

東北海区 12 月のサンマ漁場は大体常磐近海に局限され、時に大吠崎方面から北東へ走る黒潮前線水域にも漁場は形成されるが、前線を遠く沖合迄出漁する船は少ない。又 12 月中頃になつても尚三陸近海に漁場が残っている年もある。然しどの方面の漁場も 12 月になると漁獲量は著しく減少し、漁船は遂に操業を打ち切り、12 月下旬で殆ど終漁となる。そして 1 月～3 月、東北海区の黒潮前線以北にはサンマは殆ど居ないと考えてよい。冬季の海の水温は表層から 100m 以浅迄大体 10°C 以下であり、サンマの棲息適温水域は消失してしまうからである。

勿論冬季東北海区の北方水域にサンマが全然居ないという訳ではない。昭和 27 年のオットセイ調査に際して、同年 2 月、銚子～金華山の三陸近海で捕獲されたオットセイ約 10 尾の胃にサンマが発見された記録がある (水産庁 1954)。その後は冬季三陸沖にサンマを見たという記は聞かないが、冬季東北海区の水温分布を見ると、31 年 2 月・3 月は $38.5\sim 39^{\circ}\text{N}$, $141\sim 146^{\circ}\text{E}$ 方面に 14°C 以上の高温水域が在り、又 35 年 2 月・3 月には $38.5\sim 39.5^{\circ}\text{N}$, $143\sim 144^{\circ}\text{E}$ に 10°C 以上の孤立水塊が存在していた例もあるので、冬季東北海区の北方にサンマが全然棲息出来ないという訳ではないが、之等の水域に残留する魚群量はあまり大きいものとは考えられない。

昭和 32 年冬季サンマ調査でも、天鷹丸は 1 月下旬塩釜出港以来、黒潮前線に突当る迄の親潮水域 (水温 10°C 台) ではサンマを全然見ていないし、稚魚網でもサンマ稚魚は 1 尾も採集されなかつたのに、前線を越えてからは、各調査点 (水温 17° , 18°C 台) でサンマ稚魚が数尾、十数尾と採集される様になり、時折サンマ成魚も発見されている。

昭和 33 年の調査でも、2 月下旬塩釜から野島崎迄の近海ではサンマの成魚も稚魚も全然見られず、野島崎南東 45 哩で始めて稚魚 3 尾を採集、以後は絶えず稚魚も採集され、八丈島附近ではサンマ中型魚を漁獲したのであつた。

先きに (II, 3) において、東北海区を南下したサンマ群は黒潮前線へ突当り、その後群の主体は前線を沖合へ移動すると説明したが、それが前線を横断して前線の南側へ移動する機巧を考えて見よう。

II.4.1 サンマ魚群の黒潮前線横断に就いての考え方

東北海区の寒流の南下状態としては、三陸・常磐近海を岸伝いに南下する親潮近海分枝と凡そ 147°E 方面を南下する親潮沖合分枝が良く知られている。この近海・沖合両分枝の中間位置にも時折寒流水系の南下の見られる事も有るが、之は上記近海或は沖合分枝が当時の暖寒両流の釣合上方向を転じたものか、或はいずれかの分枝から更に枝分れたものと考えてよい。

黒潮前線の形は東経 144°E 方面を中心として北方へ突出しているが、147°E 方面では南方へ退いており、その又東沖合では北方へ進出し、結局全体として波状形態 (Meandering) をとっている。この 147°E 方面で寒流水系が南へ突込んでいいる部分は、その突込みが激しくなると、最後には突込部分の頸部が黒潮水系により切断され、頭の部分は冷水塊となつて暖水域に孤立してしまう。

この冷水の突込み部分がちぎれて冷水塊となる状態に関し、アメリカ合衆国海軍が 1950 年 (昭和 25 年) 6 月 6 日～23 日に、大西洋の Cape Hatteras と Newfoundland の Grand Bank の間 (37°～41°N, 59°～62°W) で、“Operation Cabot” の名で実施した調査で、6 隻の連合観測によつて刻明に記録されている (第 26 図)。

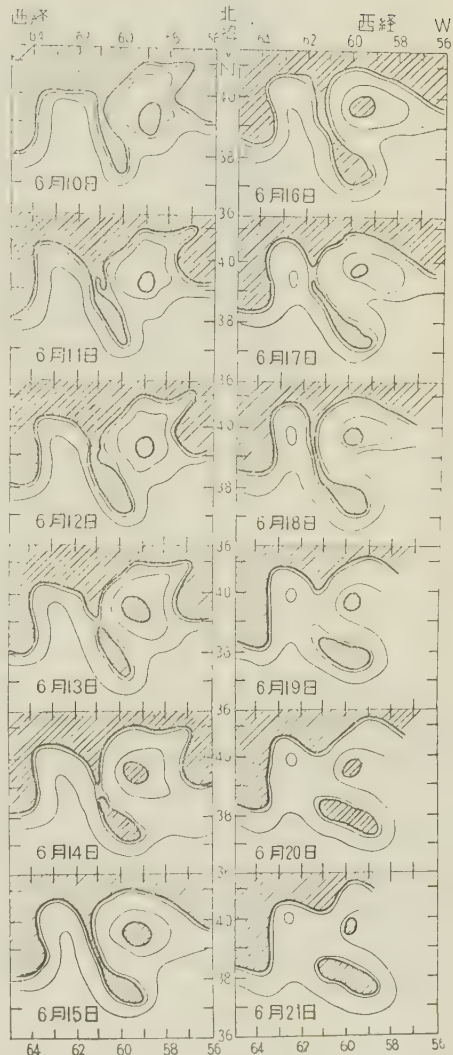
東北海区でも例えば昭和 31 年 2 月の調査結果 [日本近海海況図 (第 27 図) ……水路部発行] によると、34°～35.5°N, 145°～147.5°E に南北約 70 浬、東西約 150 浬の範囲に冷水塊が孤立しており、100m 層で中心部の水温 11°C 台、周辺の暖水域が 17°C 台である。之より 3 ヶ月前の 30 年 11 月の海況 [第 29 図 (B)] では、35°50'N, 148°E に 100m 層で凡そ 9°C の低温が測定され、15°C 以下の冷水域は南北に約 90 浬の長さを示していた。11 月のこの冷水域が翌年 2 月の冷水塊と同一のものと見るならば、約 100 日に 100 浬程南西に移動した事になる。

要するに黒潮前線の北側を前線に沿うて東へ移動したサンマは、147°E 方面で南へ転向する前線に運ばれて南へ移動し、前線の南方へ突込んでいいる部分がちぎれて冷水塊となつた場合には、南下したサンマ群もその孤立冷水塊と共に暖水域の中へ移つてしまう事になる。

サンマに限らず各種の魚群が何時の間にか東北海区から姿を消し、黒潮前線の南方へ移動してしまつていいるのは、この様な機巧によるものと考えられる。

II, 4, 2 本州沿いに西方へ移動するサンマの魚群量

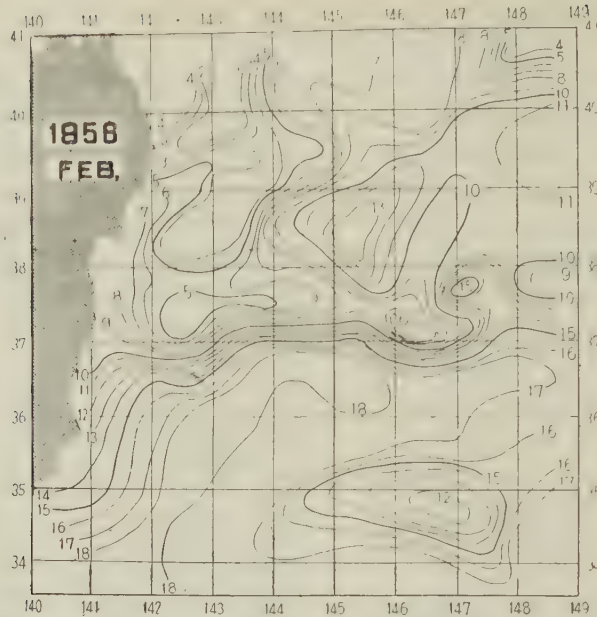
秋季三陸近海を南下するサンマ群は主として上述のコースを巡つて黒潮前線の南方へ移動すると考えるのであるが、又常磐・房総の近海を通つて伊豆諸島方面へ抜出るものも有ろう。



第 26 図 冷水域の一部が前線によつて切断され暖水域の中に孤立冷水塊となつて分離する場合の 1 観測事例

[昭和 25 年 6 月 10 日～21 日, 36°～41.5°N, 56°～65°W の範囲におけるメキシコ湾流 (Gulf Stream) の変形状態]

(注意) 図中の太線は上層 (200m 以浅) の平均水温が 65°F (18.3°C) の等温線、細線は 68°F (20.0°C) の等温線。斜線の部分は 65°F 以下の水域、2 本の細線 (68°F 等温線) の間に挟まれた帯状水域が Warm core である。



第 27 図 冷水塊の一部が前線によって切断され暖水域の中に孤立してしまった場合の 1 観測事例
(日本近海海況図 100m 層水温 昭和31年2月・3月 水路部発行)

秋のサンマ漁場が金華山近海を南下すると、やがて茨城県近海(鹿島灘水域、142°E 以西)に好漁場を形成する事が有る。然し好漁は長く続かない。それは黒潮水域が沿岸して鹿島灘の魚群を追出したり、又北方から寒流水が多量に南下して、この水域の魚群を房総方面へ押出したりするからである。この様にして南方へ追払われた魚群は、当然伊豆諸島北部を通つて遠州灘・熊野灘方面へ移動する筈である。

昭和 26 年以降、各月各半月毎の鹿島灘以南の漁況を示すと第 6 表の様になる。この表は東北水研で集めた漁況報告から作成したもので、勿論主漁船の操業状態を示すものではないが、半月毎の漁況の消長を比例的に見るだけならば第 6 表で充分である。

第 6 表 鹿島灘以南の近海水域 (35°~37° N, 140°~142° E) における半月別漁獲量と有漁漁船数

年度 半月別	昭和26年		27年		28年		29年		30年		31年		32年		33年		34年	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
10月上旬前半	隻	千貫	隻	千貫	隻	千貫	隻	千貫	隻	千貫	隻	千貫	隻	千貫	隻	千貫	隻	千貫
10月上旬後半	—	—	—	—	—	—	—	—	2	13	47	358	—	—	—	—	—	—
10月中旬前半	—	—	—	—	—	—	—	—	6	16	14	20	—	—	—	—	—	—
10月中旬後半	8	12	—	—	—	—	—	—	19	64	3	6	—	—	—	—	—	—
10月下旬前半	7	24	—	—	—	—	3	16	29	44	191	398	21	48	—	—	—	—
10月下旬後半	2	5	—	—	3	11	—	—	1	1	70	94	3	9	—	—	1	0.1
11月上旬前半	88	111	—	—	16	37	17	25	138	722	25	66	34	143	—	—	—	—
11月上旬後半	—	—	1	0.1	6	10	1	1	203	757	78	206	10	27	3	6	1	0.5
11月中旬前半	—	—	18	97	6	13	2	2	100	292	86	75	3	8	—	—	—	—
11月中旬後半	66	44	74	237	16	33	7	18	39	94	67	93	3	2	—	—	—	—
11月下旬前半	—	—	15	45	6	28	19	55	28	59	99	213	8	11	—	—	—	—
11月下旬後半	86	108	41	77	58	318	28	47	17	30	80	192	7	9	3	2	1	0.5
12月上旬前半	—	—	32	82	21	71	94	192	40	85	75	77	3	2	3	2	3	2
12月上旬後半	53	78	37	42	38	28	24	47	8	6	7	10	—	—	4	5	61	92
12月中旬前半	—	—	—	—	11	7	13	16	10	12	5	1	3	25	2	9	2	3
12月中旬後半	3	4	122	330	—	—	38	111	—	—	—	—	18	42	1	8	—	—
12月下旬前半	—	—	—	—	—	—	9	22	—	—	—	—	25	87	—	—	—	—

(注意) 本表各年度の下の A・B の記号に就いては A…有漁漁船数, B…漁獲量 である。

東北海区南下サンマの主産卵期と主産卵場

第 6 表から鹿島灘水域で半旬に有漁漁船数が 50 隻以上或は漁獲量が 10 万貫以上のものを拾上げると次の通りである。

昭和 27 年	11 月中旬後半	74 隻	24 万貫
	12 月中旬 (10日間)	122	33
28 年	11 月下旬後半◎	58	32
29 年	12 月上旬前半	94	19
	12 月中旬後半	38×	11
30 年	11 月上旬前半◎	138	72
	11 月上旬後半	203	76
	11 月中旬前半	100	29
31 年	10 月上旬後半◎	47×	36
	10 月下旬前半	191	40
	10 月下旬後半	70	9×
	11 月上旬後半	78	21
	11 月中旬前半	86	8×
	11 月中旬後半	68	9×
	11 月下旬前半	99	21
	11 月下旬後半	80	19
	12 月上旬前半	75	8×
	12 月上旬後半	34×	14
32 年	漁期中	全然なし	
33 年			
34 年	12 月上旬後半	61	9×

(注意) 上表において×印の附いた数字は 50隻未満或は 10 万貫以下のもの、又 ◎印の附いたものはその旬の平均漁獲量が 5,000 貫を超えるもの。

鹿島灘水域では上記の様に各年その漁期の後半に 1 回か 2 回好漁を見るが、1 回の好漁が 2 旬に亘る事は稀である。又 33 年と 34 年は黒潮前線が強く発達し、鹿島灘水域に漁場らしいものが出現しなかつた。唯 31 年は反対に、漁期初から漁場は三陸・常磐の陸沿いに発達し、10 月上旬後半から 12 月上旬前半迄、鹿島灘水域にも操業船が甚だ多かつた。但し 10 月上旬後半は 1 隻 1 日平均 7,700 貫の大漁であつたが、その後は良い旬でも 2,000 貫程度である。

次に各年の鹿島灘水域の漁況と三重・和歌山両県近海の冬季漁況との関係を考察する。

三重・和歌山近海のサンマ漁況と云うのは大体において熊野灘の漁況であるが、年によつては和歌山県の西側でも若干の漁が在る。この方面では毎年 10 月乃至 11 月から漁が始まり、3 月で漁を切上げる船が多い。但し 4 月・5 月にも操業する船も有り、稀には 4 月に好漁の年も有つた (昭和 28 年)。

三重・和歌山両県の昭和 26-27 年度から 33-34 年度の各漁期各月の陸揚量は第 7 表に示されており、漁期間両県の合計陸揚量は大体において 100 万貫程度のものであるが、31-32 年度には 170 万貫、32-33 年度も 156 万貫で、例年より 60~70% も多い。然し 33-34 年度は 44 万貫、34-35 年度は僅に 27 万貫という大不漁であつた。

熊野灘 31-32 年度の好漁に対し、31 年度に鹿島灘では 10 月上旬から 12 月上旬迄殆ど連続的な好漁が見られ、熊野灘の 33-34 年度及び 34-35 年度の大不漁に対しては、33 年度及び 34 年度鹿島灘には殆ど漁が無かつたのである。

即ち鹿島灘水域に好漁の出現しない年には、その秋 11 月頃から始まる熊野灘の漁も期待がもてず、反対に鹿島灘が長期に亘つて好漁を維持した年は、熊野灘の好漁も期待出来る。但し 32 年は鹿島灘不調に拘らず、熊野灘は 32-33 年度において、前漁期に匹敵する程の好漁が有つたという除外例も有る。

第 7 表 三重・和歌山両県下の各年 10 月～3 月の各月サンマ陸揚量

月	年度	26 27年度	27 28年度	28 29年度	29 30年度	30 31年度	31 32年度	32 33年度	33 34年度	24-35年度
		千貫	千貫	千貫	千貫	千貫	千貫	千貫	千貫	千貫
10 月		38	10	0	0	65	0	0	0	0
11 月		9	84	66	159	204	133	168	53	6
12 月		◎ 646	262	● 218	◎ 317	◎ 488	314	481	88	◎ 142
1 月		140	◎ 374	● 222	◎ 146	233	◎ 893	◎ 721	110	82
2 月		132	272	100	150	24	273	132	◎ 174	27
3 月		52	112	130	140	32	82	56	10	17
合 計		1,017	1,114	736	912	1,046	1,695	1,558	435	274

(注意) 表中の◎印の附いた数字は各漁期の月間魚獲量の最高値を示す。尙 28-29 年度は 12 月 218 千貫、1 月 222 千貫で大差無いから、両月共に●印を附けてある。

熊野灘で漁獲されるサンマの魚体は当然東北海区の魚体に閉連する。即ち 26 年～23 年の様に、東北海区で中型魚だけしか漁獲されなかつた年には、熊野灘でも中型魚だけであり、29 年・30 年東北海区で大型魚・中型魚が混獲された年には、熊野灘でも漁期初の魚体は大きい、29 年の体長組成は 11 月峯が 29cm 台、12 月上旬 23cm 台、同中旬 27～23cm 台、同下旬 27cm 台、翌年 1 月中旬 26cm 台という風に次第に小さくなっている。30 年は 12 月 2 日の漁獲物の峯は 30cm 台、その後 12 月及び 1 月の測定資料も峯は 30cm 台又は 23cm 台で、前年の兼に急に体長が小さくなるという事は無かつた。又古い資料ではあるが、昭和 11 年～14 年、相模湾・熊野灘の定置網漁獲サンマの魚体も、11 月・12 月魚体は刻々と小型化している (木村 1956 b)。そしてこの 23cm 台或は 30cm 台に峯をもつ魚群というのは産卵直前のものであり、産卵後は漁場から姿を消してしまう。

32 年・33 年は黒潮前線以南のサンマ調査を実施した年である。そして 31 年の秋東北海区では大型魚が殆ど漁獲されなかつたのに、32 年 2 月 9-10 日* の夜天鷹丸は駿河湾口の南 40 哩を西へ航行中屢々大型サンマを発見した。然し 3 月の調査では、遠州灘の近海・沖合で発見されたサンマが皆中型・小型ばかりであつた。

32 年の秋東北海区では大型魚・中型魚共に漁獲され大漁であつた。然し 3 年の冬の調査は前年より 1 ヶ月遅れ、2 月下旬から開始された関係も有つて、八丈島附近・紀伊半島周辺・沖合で見たものの殆どが中型魚で、大型魚は僅に 1 回 1 尾見ただけであつた。

然し前年秋東北海区で中型魚と呼ばれたもの (体長 27cm 台のもの) も、翌年 3 月頃には 29cm 台となり、やがてこの体長のものが産卵を始める事になる。

要するに 31-32 年度と 32 33 年度は熊野灘は例年よりサンマが好漁であつたが、この両年天鷹丸の 2 月・3 月の調査に際しては、遠州灘・熊野灘方面にサンマはあまり発見されていないし、稚魚の採集量も甚だ少ない。然し天鷹丸が黒潮前線を越えて遠州灘・熊野灘の沖合へ出ると、そこでは稚魚の採集量が急に増加する。

この事は東北海区南部近海 (鹿島灘・房総近海) から遠州灘・熊野灘近海へ流入する水量が甚だ僅で、東北海区南部近海で産出された稚魚もこの方面へ運込まれるものが甚だ少ない事、又親魚もこの方面へ運ばれて来て、ここで 1 月～3 月に産卵するものが少ない事を意味している。従つて産卵に関係の無い東北海区秋季の中型魚も、遠州灘・熊野灘方面へ運び込まれるものよりは、東北海区を黒潮で運ばれて東沖合へ移動し、更に 147°E 方面から黒潮逆流によつて本州の南方沖合への魚道を採るものが比較にならぬ程大量である事が推定される。昭和 31-32 年度と 32-33 年度は熊野灘へサンマが大量に來游したが、それでも (I.3) で説明されている様に、熊野灘の稚魚採集量は非常に少なかつた。之は秋の大型魚 (秋・冬の産卵親魚) の熊野灘への來游が少なかつたという事になる。33 年と 34 年は東北海区秋の素晴らしい大漁にも拘らず、熊野灘では 33-34 年度と 34-35 年度は大不漁であつた。従つてこの両年度は秋季東北海区を南下した大型魚・中型魚共に殆ど全部

* 9-10 日……之は 9 日の日没から 10 日の夜明け迄を意味する。

が黒潮前線に運ばれて東沖合へ移動し、従つて 11 月以降の本州近海の産卵量・発生量も著しく少なかった筈である。

(II, 5) 結 論

以上各種の調査資料に基いて、秋季東北海区近海を南下するサンマ群の主産卵期・主産卵場を考察したが、之を簡単に纏めると下記の様になる。

東北海区の南下群による産卵は大型魚によつて行われ、主産卵期は 10 月末頃から 12 月にかけて黒潮前線周辺で行われる。そして前線上で産卵を終えた親魚も孵化した稚魚も前線上を漂流し、147°E 方面で前線の南流に運ばれ、やがて黒潮水域の中へ移動する。産卵を終了したと思われる大型魚は冬季に殆ど発見されず、捕獲もされない。冬季屢々見られた大型魚は 23cm 台或は 30cm 台のもので、産卵前のものらしい。

勿論東北海区の北部では 9 月末から 10 月初頃にも大量に産卵の行われる年がある。之は大型魚のうちで特に大きいもの (31cm 以上のもの) によるのであるが、年によつては大型魚の体長組成の中に 31cm 以上のものの割合が非常に少ない年もあり、この様な年には 9 月末乃至 10 月初の三陸近海の産卵量は問題にならぬ程少ない。

黒潮前線の南側には秋末から冬の初に、大型魚と共に中型魚も運び込まれ、中型魚も成長が進むとやがて産卵を開始する。勿論秋の南下サンマ群の一部は房総近海を通つて熊野灘方面へ移動し、この方面では秋末から 3 月頃迄近海でサンマ漁業 (棒受網・流網) が行われる。そしてその漁獲物の体長組成は 3 月・4 月頃は 29cm 台が峯となつている。この群は前年秋東北海区の南下群では 27cm 台に峯をもつ中型魚の群に相当し、5 月頃体長 30cm を越え、本州の南近海で産卵している。

本報告では 5 月を中心とするサンマ北上期の産卵に就いては取扱わないのであるが、上述の東北海区の黒潮流動状態から見て、秋から冬にかけて中型魚の群も房総近海を通過し本州の南近海を西へ移動するものよりは、東北海区の黒潮前線の北側を東沖合へ漂流するものが比較にならぬ程大量であると考えられるから、中型魚の群団の大部分は結局冬季東北海区の黒潮前線の南方に分散し、春の初黒潮勢力の増大と共に次第に集められ、黒潮前線附近に多数の密集団が形成され、之が 5 月を中心として産卵を行う事が予想される。その産卵り、量は勿論熊野灘・駿河湾方面のサンマの産卵量とは比較にならない大量の筈であるが、前者は場所が沖合であつたの時期にこの方面の海洋調査が未だ実施されていないので、産卵に就いての資料も殆ど得られていない。

昭和 32 年と 33 年の黒潮南方の調査では、1 月・2 月・3 月の産出と推定される稚魚がかなり採集された。之は秋に体長が 28cm 台乃至 29cm 台であつたものが、この時期に産卵体長に達し産出したものと見做されるが、然し野島嶺南東の広大な水域で採集された 11 月・12 月産出の稚魚の量と比べると著しく少ないし、遠州灘の沖合 (黒潮の南方) でも、稚魚の大小に対する稚魚網の採集能力を考えに入れると、この水域でも尚 11 月・12 月に産出され、東から漂流して来たと考えられる稚魚が非常に多い。

1 月・2 月・3 月に産卵する魚群即ち秋に 28cm 台乃至 29cm 台であつた体長群という、秋の東北海区の漁獲物の体長組成から見て、30cm 台を中心とする大型魚と 27cm 台を中心とする中型魚の二つの峯の間に挟まつた谷に相当する体長群であるから、群団もそれ程大きい筈は無く、従つて産卵量もそれ程大とは考えられない。

要 約

東北海区を南下するサンマ群が秋にこの海区で産卵する事は、11 月頃から急にサンマ稚魚が大量に採集される事からも確である。然し東北海区秋のサンマ漁獲物の中には卵巣の完熟状態に在るものが殆ど見られないし、秋のサンマ漁場で産卵行動を示している魚群を見たと言う話を聞いた事も無い。

東北水研では昭和 29 年以降、毎年 10 月から 12 月初にかけて稚魚調査を行つているが、年によつては三陸近海或は常磐近海で稚魚を大量に採集した事もあるが、反対にどの方面でも殆ど採集されなかつた年もある。

る。そして尤等の稚魚は秋の南下群の大型魚の内で特に魚体の大きいもの(体長 31cm 以上のもの)の一部から産出されたものである事、又漁期初(9 月)の漁獲魚の体長組成図において、31cm 台のものが 30cm 台と略々同じ出現割合を示した年には、10 月上旬 31cm 台のものの割合が急に減少するが(漁場から離脱するが)、この離脱群が産卵群であつて、離脱に引続いて産卵が行われると考える。

東北海区では 10 月末或は 11 月初から急に孵化直後の稚魚が採集される事、即ち孵化日数が凡そ半月である事からも、秋の最初の産卵が 10 月上旬である事は間違い無い。

然し昭和 33 年の様に、9 月の漁獲魚の体長組成図において、31cm 台のものが 30cm 台のものより甚だ少なく、10 月上旬になつても、30cm 台のものと 31cm 台のものの割合が 9 月と同じであつた年には、この時期に魚群の離脱が起らなかったたのであるから、産卵も行われなかつた筈である。

又 31 年の様に、大型魚が漁獲物の中に殆ど見られなかつた年にも、勿論漁場の周辺では産卵が行われる筈が無い。

昭和 29 年以降の秋の稚魚調査の結果でも、31 年と 33 年は稚魚の採集量が極めて僅であつた。

然し東北海区秋の主産卵は大型魚の主体を構成する 30cm 台の魚群によつて行われる筈である。この 30cm 台を中心とする大型魚の群は 10 月下旬乃至 11 月初から離脱が顕著になり、従つて 11 月・12 月が主産卵期と見做される。11 月・12 月のサンマ漁場は大体金華山以南であり、主として黒潮前線の北側に展開される。然し時には鹿島灘近海に好漁を見る事もある。要するにこの方面が主産卵場と考えられ、前線附近にはサンマの産卵に必要な流れ藻が非常に多い。

昭和 32 年・33 年の冬季(1 月~3 月)に黒潮前線の南側の稚魚調査を行つた。32 年の前年の秋、即ち 31 年の秋に東北海区の漁場では大型サンマが出現せず、秋の東北海区の稚魚発生も甚だ僅であつたのが、1 月下旬から 2 月初にかけて黒潮前線の南側、特に野島崎の南東水域(31~35°N, 140~148°E)では、どの方面でも大量の稚魚が採集され、100~200 尾の採集点が 3 点も有り、その他の点でも数十尾の採集が見られ、東北海区 11 月の稚魚採集量が、稚魚発生の多かつた年でも最高 70 尾程度(昭和 32 年)、多くの採集点では数尾、十数尾に過ぎないのに比べると、非常な違いである。

又 31 年の様に東北海区の漁場に大型魚が殆ど出現しなかつたのは、海況の原因で大型魚と中型魚が分離したのであつて、大型魚は南方(黒潮前線方面)で 11 月頃から産卵していたのを、黒潮前線以南の調査によつて知る事が出来た。

遠州灘・熊野灘の近海は 32 年・33 年の 2 ヶ年、2 月・3 月に稚魚調査を行つたが、採集量は極めて少なかつた。この事は東北海区で発生し稚魚となつてこの方面へ漂流したもの、或はこの方面で産出されたものが共に甚だ少なかつたと云う事である。然しこの方面も黒潮前線を越えて南側へ出ると採集量は急に増加し、各点 10 尾以上である。そしてこの方面の稚魚の体長から産出された時期を推定して見ると、採集点の近くで産出されたものの外に、11 月・12 月頃産出されたものが非常に多い。

要するに『東北海区を南下するサンマの主産卵期は 11 月・12 月であつて、主産卵場は東北海区の黒潮前線の北側である。』

黒潮前線上にはサンマの卵を附着させる流れ藻が非常に多い。之に産み附けられた卵塊は流れ藻と共に黒潮前線上を東へ漂流し、約半月の日数を経て孵化し、更に前線上を漂流する。前線は 147°E 方面で急に向きを南へ転じているから、稚魚も之に沿うて南方へ漂流し、この南方へ突出した水域が前線によつて切断され孤立水塊になると、この水塊に包容されていた稚魚(サンマ成魚も同様)はその後には孤立水塊と共に西へ移動する。

昭和 32 年 1 月下旬・2 月初 31~35°N, 140~149°E の前線南方水域で大量に採集されたサンマ稚魚の発生場・移動経路に関しては、上述の考え方が非常に合理的である。

やがて春になり黒潮勢力が強まるに従つて、この方面へ散在した稚魚のかかなりの部分が黒潮前線の周辺へ集められ、再び東北海区へ運び込まれる事になる。

春も 5 月頃を中心として大量の産卵が行われる事は、色々の資料から確である。この時の産卵群は前年秋東

北海区を南下する時には中型魚として、体長 27cm 台を中心とする魚群であつたのが、その後半年たつて、春には 30cm 台（年令満 2 年）となり、東北海区を北上する時期に産卵する事になるのであるが、この春の産卵に就いてはここでは取扱わない。

1 月・2 月・3 月黒潮前線の南方で孵化直後の稚魚を多数採集した事は既に述べたが、之は秋の南下群の中で 28cm 台・29cm 台の体長のものが冬に産卵体長（30cm 台）に達し産卵したものから発生したと考えられる。秋の漁獲魚の体長組成において、28cm 台・29cm 台のものは、大型魚と中型魚の峯の 30cm 台と 27cm 台の中間に挟まれた谷の部分のものであるから、その出現率も小さく、従つてこの群による冬の産卵量も、秋末或は春末の産卵量に比べるとかなり小さい事が予想される。

文 献

- 深滝 弘 (1959) : 対馬暖流水域におけるサンマ卵・稚仔の出現・分布 日水研報告 (7)
- 北水研・北水試 (1954) : サンマの正常発生に関する研究 北海道区資源調査要報 (8)
- 堀田秀之 (1960) : 鱗・耳石によるサンマのボビュレーション構造の分析とその成長 東北水研報告 (16)
- 木村喜之助 (1956 a) : 海況による魚群の集合・分離の一理論 (第 1 報) 東北海区秋季のサンマ漁場に関して 東北水研報告 (7)
- (1956 b) : 定置網の漁獲サンマに就いて 東北水研報告 (7)
- 木村喜之助・他 5 名 (1958) : 流れ藻調査から得られたサンマの産卵に関する知見 東北水研報告 (12)
- 木村喜之助 (1960) : 東北海区サンマ漁況に対する資源学的考察 東北水研報告 (15)
- 倉田洋二・小西尙男・草刈 正 (1956) : 豆南海域におけるサンマ稚魚の分布 (I) 日水学会誌 22 (3)
- 小西尙男・倉田洋二・阿部 登 (1960) : 豆南海域におけるサンマ稚仔の分布 (II) 日水学会誌 26 (7)
- 小達 繁 (1956) : 東北海区におけるサンマ稚魚の分布と産卵魚の成熟状態 東北水研報告 (7)
- 水産庁 (1954) : 北太平洋オットセイの分布並に食性 カナダ・日本並にアメリカ合衆国政府によつて企画された 1952 年 2 月から 6 月までの共同調査報告書
- 東北水研海洋資源部 (1960) : 海洋観測成果表 前編 1959 年度
- 宇田道隆 (1935) : 昭和 8 年盛夏における北太平洋の海況 水産試験場報告 (6)
- 遊佐多津雄 (1954) : サンマの正常発生に関する調査 北水試月報 15 (6)
- Yusa T. (1960) : Embryonic Development of the Sauri *Cololabis saira* (BREVOORT) 東北水研報告 (17)

東北海区に於ける漁期以外のサンマ群の分布と 胃内容物にみられるサンマの原形復原について※

堀 田 秀 之
相 沢 幸 雄

DISTRIBUTION OF THE PACIFIC SAURY OUT OF FISHING SEASON IN THE TOHOKU SEA REGION, AND INFORMATION ON THE PREY-SIZE FOUND IN STOMACH CONTENTS.

By

Hideyuki HOTTA and Yukio AIZAWA

The Pacific saury, *Cololabis saira* is one of the important commercial fishes in Japan. It is fished for a short-period during the autumn from September to December in the Tohoku sea region, and its migration remains unknown out of the fishing season in the same area.

An amount of shoals were observed during the seasons of the winter (Dec. ~Mar., figure 1) and of the spring-summer (Apr. ~July, figure 3) in their northern migration. The former seems to be comprised mainly of the spawning group, and the latter of four sized groups as shown in figure 4 in the Tohoku sea region.

The writers examined specimens for the identification of the Pacific saury found in stomach contents, and for the observation of its size. Identification is easily done based on the vertebral characteristics (figure 5). Information was obtained about the prey-size restored by the relation between the body-length and the length in the fifth vertebral centrum at the each section (figure 8).

我が国の主要漁業の一つであるサンマは秋季の短期間に北海道から三陸・常磐の東北海区で集中的に漁獲され、その他の時期には殆ど漁業の対象となっていない。漁獲サンマはその体長組成から、いわゆる小型群（体長 21~24cm 台に峯をもつもの）、中型群（27~28cm 台）、大型群（30cm 台）、特大群（31~32cm 台）に区別出来るが、特に昭和 29 年以降はこの内卓越するのは中型群と大型群で特大群は殆ど見当たらない。しかもこの卓越する二つの中型群と大型群とは population を異にし¹⁾²⁾、大型群が出現するかしないかに依つてサンマ漁況が大きく左右することが判つて来た³⁾。小型群は大型群の、中型群は特大群の 1 年若い群と夫々考えられ、その成長が速い¹⁾²⁾ ことから、サンマ初漁期或は漁期間に一時姿をみせるがその後全く姿を消してしまうこの小型群及び更に若い春季東北海区を北上する幼魚群等の分布・洄游状態やその分布密度等を知ることはサンマの生活史の研究並びにサンマ漁況の予報を確立する上から重要な問題となつて来た。

しかしこの様な小型群や幼魚群は漁期中でも殆ど漁獲の対象にしない、まして漁業が行われていない春季から夏季の北上期に、これらのサンマを採集するには種々の困難な条件が加わつて 未だ充分な調査が行われてい

※ 東北海区水産研究所業績 第 166 号

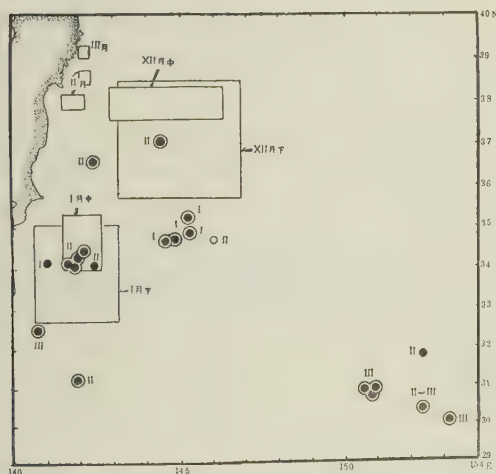
ない。けれども当研究所では従来から主要漁港に於いて周年に亘つて、カツオ漁船・旋網漁船・サンマ漁船・延縄漁船から漁況の聴取り調査を実施しており、その際にはサンマ群の発見等に就いても併せて聴取を行っている。この他に底曳網漁船からもサンマ群発見の際には資料を提供してもらっている。これらの記録もかなりの数に達したので、ここに整理して従来殆ど判つていなかった東北海区に於ける、サンマ漁期以外の時期のサンマ群の分布状態に就いて取纏めた。又サンマがカツオ・マグロ類の大型魚食性魚類の餌となつており、しかも周年を通して色々な大きさのものを採集することが比較的困難な場合には、これら魚食性魚類の胃内容物中に之れを求めることが有効な場合もあるから、胃内容物としてみられるサンマの同定並びにその原形復原の方法に就いて吟味した結果を報告する。

I 東北海区に於ける漁期以外の時期のサンマ群の分布状況

サンマ漁期以外の時期を冬期と春から夏にかけての北上期に分けて東北海区での分布状態について述べる。

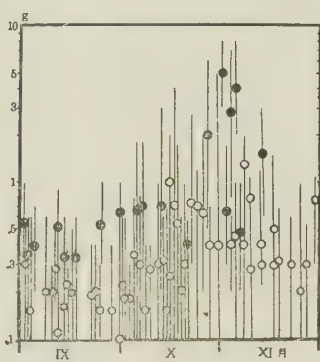
I, 1 冬 期

東北海区での冬期の発見記録は従来僅かにオットセイの胃内容物として発見されたものだけである^{4)5)*}。けれども東北海区以外の海域で発見されたものは多く、昭和 23 年~27 年の資料は笠原・大鶴 ('52)⁶⁾ によつて集録され、木村他 ('61)⁷⁾ によつて報告されている。これによると紀伊半島から四国沖合約 60 哩附近の黒潮反流域に多く発見されていた。しかし昭和 25 年~28 年の間、しばらく大型魚の漁獲がなく、再び大型魚が漁獲にみられる様になつた昭和 29 年頃からは第 1 図に示す様に冬季 (1 月~3 月) に東北海区南部の常磐沖から房総半島沖でかなりのサンマ群が発見され、その大部分の群は産卵中、或は延縄に多量の卵附着があつたと報告されたものである。この両者の分布状態やその生態はかなり様相を異にしている。この大型群について、その成熟状態 (卵巣) をみると (第 2 図)、漁期始めは 0.3~0.5g 程度で個体としても 1.0g を超えるものは殆どないが、次第に増重して 10 月下旬頃からは急激に成熟度を増し、11 月に入ると個体の最高は 7.8g



第 1 図 冬季のサンマ群発見状況

◎ 産卵群 ● サンマ群 ○ 幼魚・小型群
サンマが捕食されていた水域を枠で囲んである



第 2 図 漁獲サンマの成熟状態

● 大型群 ○ 中型群
群毎の卵巣重量の範囲と平均値を示す

* オットセイの胃内容物中のサンマについては東海区水研長崎・坪井両技官から色々とお世話になった。

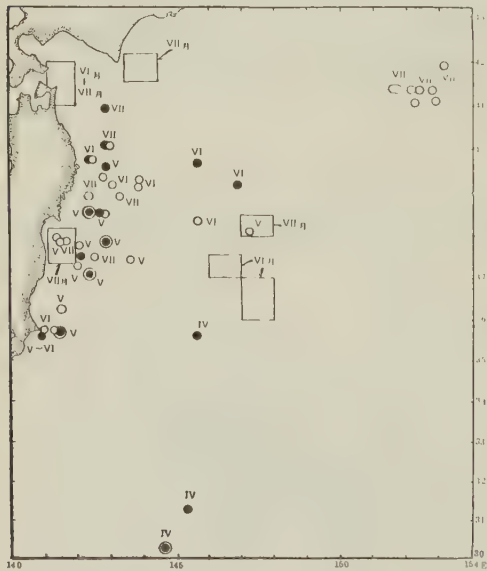
を示し、相当成熟している群もあるが、一方には 0.5~1.0g 程度の群もかなりある。この様に 東北海区では未だ生殖腺重量は一般に 6g 以下の群が主体であつて、稀に卵巣の熟したものを含む群がみられたという程度で、しかもこの様に成熟した群は皆、塩屋崎以南の黒潮前線周辺で漁獲されたものである。晩春から初夏の駿河湾・三陸沿岸では日本海で漁獲サンマが産卵行動を現るに魚鱗の上から観察出来る頃の卵巣重量は多くのものが 6~8g である* のに較べると未だ小さい、しかし大型群・中型群の成熟過程から推察すると、上記の冬季発見される産卵群は大型魚と考えて間違いないであろう。

次にサンマがカツオ・マグロ・カジキ類及びオットセイなどの大型の捕食動物の餌となつていることはよく知られている¹⁾⁸⁾⁹⁾。東北海区の冬季にはオットセイの食餌としての記録があるだけで、その他はすべて薩南海域の記録である。サンマ漁期終了後は丁度冬季のゴンナガ(冬ビン)の延縄漁期に当つているが、幸なことに竿釣によつて漁獲されたものが集められ、その胃内容物から屢々サンマが見出されている¹⁰⁾(胃内容物としてのサンマの同定は後述する)。冬ビンのサンマの捕食率 $\left(\frac{\text{サンマ捕食尾数}}{\text{調査尾数}} \times 100 \right)$ は 12 月中旬 40%, 12 月下旬 15%, 1 月中旬 10%, 1 月下旬 35% となり、かなり単独種としては高い捕食率を示している。このことは冬ビンの漁場附近に相当量のサンマの存在を示すものと考えられる。この漁獲位置を第 1 図に併せて示すと、その位置は延縄船などの発見位置と時期的には多少ずれてはいるが、その範囲は極めてよく一致している。これらの場所は冬季の黒潮前線及びその南側の時計廻りの渦流域に該当する。

上記のサンマの生態・大型捕食動物によるサンマの捕食率及び木村他('61)⁷⁾が述べているサンマの稚仔の採集量・分布状態等を考え合せると、この黒潮前線南側の渦流水域が大型魚の産卵場・育成場と考えられる。

I, 2 春季から夏季の北上期

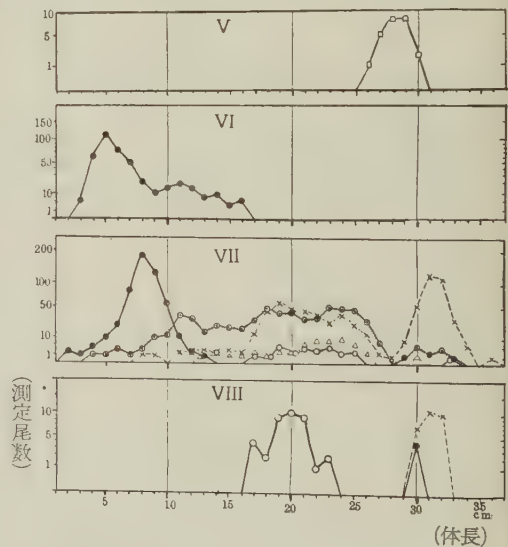
春季から夏季にかけての北上洄游については、従来から口オ海側の成魚についてはよく知られていたが、太平洋側のものについては駿河湾や房総半島周辺を除いては、その知識は一般に乏しく、特に東北海区では昭和



第3図 春・夏の北上期のサンマ群の発見状況

○産卵群 ●サンマ群 ○幼魚・小型群

枠で囲んだ水域はサンマが捕食されていたか他の魚に追われていた水域



第4図 春・夏の北上期の三陸近海・沿岸での漁獲物組成

△ 昭和26年 ○— 昭和31年
 --- × --- " 28年 □— " 33年
 ■ ● " 29年 —●— " 34年

* 東北水研海洋資源年報 サンマ資源篇による。

4 年頃から断片的ではあるが、この時期の群発見記録や沿岸の定置網に垂網するものによつて考察が行われて来た。しかし現在ではこの時期の発見記録は相当数に達し、更に加えて魚体の大きさまで報告され、幼魚(小サンマ)群から大型の産卵サンマまで広範囲に亘っている。之を整理すると第 3 図となる。これら北上期のサンマ群の発見位置は黒潮北上暖流の縁辺部に形成される潮境附近に多くみられる様である。この時期はペンナガ(夏ビン)の竿釣・クロマグロ旋網の漁期であるので、これらの魚に追われているサンマ群が屢々漁船によつて認められており、或はそれらの胃内容物にもサンマが屢々見出される⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾⁽¹²⁾⁽¹³⁾。その漁獲位置を第 3 図と併せて示すと、発見位置と略々一致し、この場所は大体北上暖流の縁辺部に当り、この潮境にかなりのサンマ群の游泳が考えられる。

東北海区に於けるこの時期の今迄集められた魚体組成を沿岸定置網漁獲物と各種漁具による近海漁獲物に分けて示したものが第 4 図である。この体長の範囲は 4~36cm に及ぶ極めて広範囲のものである。このことは発見記録と同一であるが、その組成から略々次の 4 つの体長モードグループに大別することが出来る。即ち 10~12cm 台モード群、18~20cm 台群、23~24cm 台群、30~31cm 台群である。この内前の 3 群は直ちに秋季サンマ漁期中の小型群・中型群・大型群に夫々対応するものと考えられている²⁾ から、これら魚群の来游量の多寡は秋季のサンマ漁況と密接な関連を持つことになる。従つて今後この様な観点になつて、東北海区で各体長群の分布・洄游状態について、その量的把握と海況との面を綜台的に調査研究することによつて、現在利用されている漁場範囲内への配分量についてもかなり量的な漁況予報が行える可能性がある。

II 胃内容物としてみられるサンマの大きさの復原

サンマが大型魚食性魚類の餌となつていることは上述したことである。又サンマの様に現状では漁期以外のいわゆる時期はずれの期間に各大きさのものを採集することが比較的困難な場合には、これら魚食性魚類の胃内容物中に求めることが有効なことがある。しかし餌料生物として出現するものは、多くは大部分消化作用によつて、その同定には従来の分乳学的知見では困難な場合が多い。ここでは胃内容物として残存する餌料生物の固形物主として魚類骨格から餌料生物の種類と大きさを求めることが出来る。

II, 1 餌料生物としてのサンマの同定

胃内容物中の残存固形部分は主に骨質部で、しかも脊柱(脊梁)であるから、之れを手懸りとして種類の同定が可能である。サンマの脊柱構造の特徴は次の通りである。

脊柱は淡い青緑色を呈し、最初数個の神経棘は側扁して巾広いがその他のものは細い。神経棘突起(neural zygapophyses)はよく発達して高く巾広い。特に腰椎骨の後半部のものから尾椎骨の大部分のものは、大体鹿の角状に分岐する独特の形状をしている。又尾椎骨の血管棘突起(haemal zygapophyses)も複雑な特徴的形狀である。尾柄部の神経・血管両棘は伏して、椎体と平行する。尾椎骨後半部の椎体側面に鋭い骨性突起がある。側突起は第 1 脊椎から起り、第 1・2 のものは側後方に長く突出するが第 3 からは殆ど側方にのびる。第 26・27 脊椎頃のものからは次第に下方にのびてその長さを増す。第 1 血管棘は 39~40 脊椎に起り、脊椎骨数(urostyle を除く)の多くは 65 個(第 5 図)。これらの形質によつてサンマは比較的同定が容易である(堀田 '61)¹⁸⁾。



第 5 図 サンマの脊柱

II, 2 胃内容物中のサンマの大きさの復原

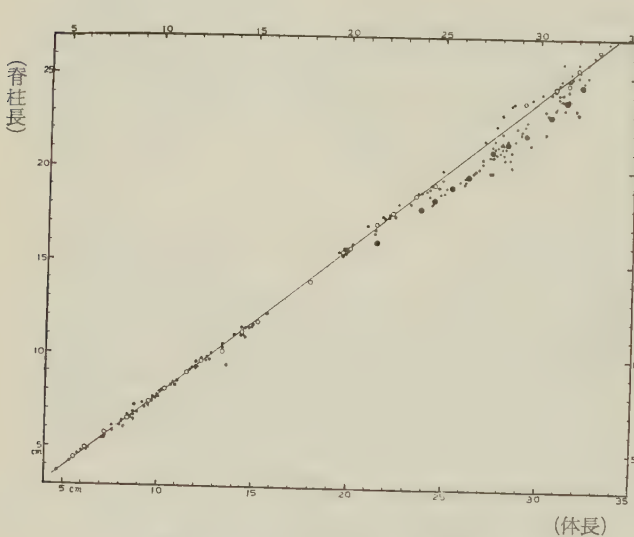
固定された餌料生物としてのサンマは、体長が測定出来る個体数は極めて僅かであるが、脊柱その他の未消化残存物の特定部位は殆ど測定出来るから、これに基づいて餌料生物の体長を推定することが可能である。ここでは残存固形物として一番多い脊柱の椎体を用いた。

従来この脊柱の椎体に就いては GRAY ('33)¹⁴⁾、FORD ('37)¹⁵⁾、山田 ('61)¹⁶⁾ は脊柱の構造（関節の数の椎体の長さの配列等）と魚類の体型による游泳運動との関係或は第 1 脊椎から末端脊椎までの各椎体の長さの配列曲線（以下これを椎体長曲線と呼ぶ）は同一魚種でも個体により、又成長段階によつて異なり、しかも最も長い椎体の在る位置は魚種によつて相違すること等を明らかにした。林・山口 ('60)¹⁷⁾ はカタクチイワシ・ワニギスの脊柱の特定部位に基づいて餌生物の大きさの復原を試みている。

体長推定の方法として脊柱を用いて次の計測を行つた。

体長と脊柱長との関係

用いたサンマの大きさは体長 4cm 台から 32cm 台の 173 尾で、この脊柱の長さを測定するに当り、体長測定後肉を除いて脊柱を取り出して測定したり、軟エックス線写真によつたものもある。この外に脊柱を完全に乾燥して測定したものもあつて、測定方法は一樣でないけれども、これらの結果を各体長群毎に纏めて図示すると第 6 図である。図中の大きな黒丸は乾燥材料によるものである。体長と脊柱長の関係は略々直線状に並び、乾燥材料は生の脊柱長に比して約 5% 縮少している。この関係から脊柱の長さは魚体の大きさによつて多少異なり、魚体の小さいものに比して大きいものの方がその占める割合は若干大きい、体長の略々 78~79% が脊柱長となる。

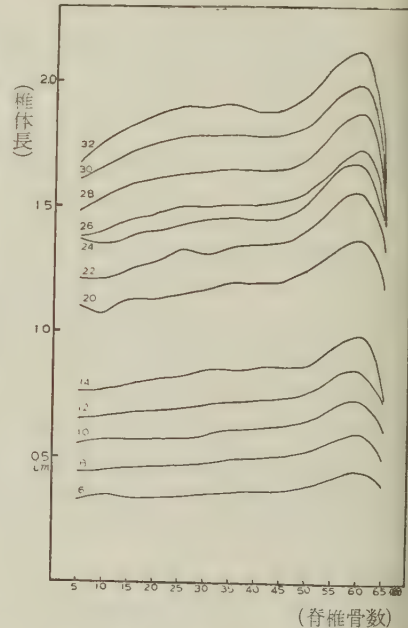


第 6 図 体長と脊柱の長さとの関係

小さい黒丸は個々の測定値、大きい白丸は鮮魚の脊柱長の体長 1cm 間隔の平均値、大きい黒丸は乾燥脊柱の体長 1cm 間隔の平均値

椎体長曲線

脊柱の部位によつて各椎体の長さがどの様に変化するかに就いて吟味する。即ち既述した様に椎体の数の多くは 65 で、第 1 血管棘は 39~40 脊椎に起つている。ここでは便宜上、次の 4 部位即ち第 1~第 20 脊椎を腹椎前部、第 21~40 脊椎を腹椎後部、第 41~第 50 脊椎を尾椎前部、第 51~第 65 脊椎を尾椎後部に区分して、長軸に沿つて 5 個毎の椎体の長さをキャリパーで測定した。脊椎骨数 65 以上の場合は 65 で切り捨

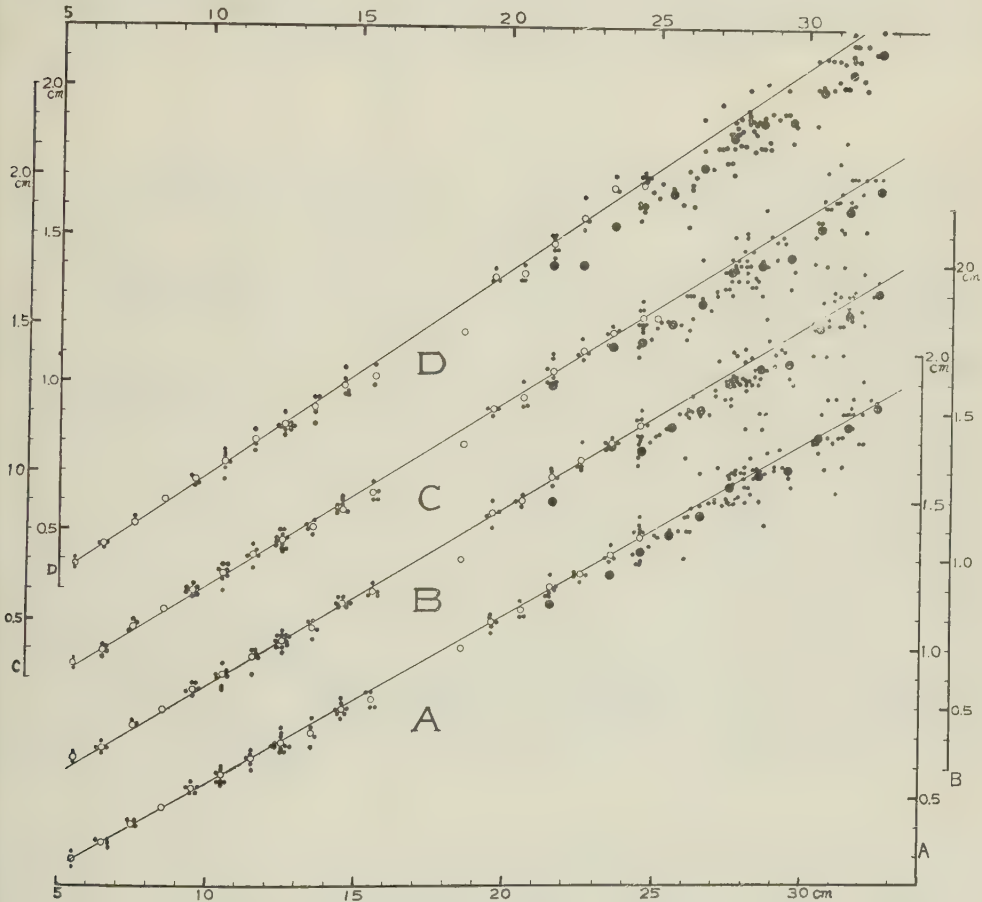


第 7 図 体長群による椎体長曲線

て、65 未満の場合は 61 個からの 1 個当り平均値を求めて 5 個分の長さの推定値を算出した。先ず脊柱を
個毎の椎体の長さに区切った椎体長曲線を各体長群にまとめると 第 7 図を得る。図によると 1cm 以下の
魚体の椎体長曲線は滑らかな上昇線で示されるが、尾椎後部の 56~60 脊椎の所で最も椎体の長さを増し、大
きな山をなし、末端では急激に曲線が降下している。この山の高さも魚体が大きくなるに伴って顕著である。
10cm 以上の椎体長曲線は前端から腹椎前部にかけては急激な上昇曲線で、その程度は魚体の大きいもの程激
しい。しかし腹椎後部から魚体の大小に拘らず存在する尾椎後部の大きな山に至る状態は、魚体の小さいもの
では滑らかに上昇するのに対して、魚体の大きいものでは殆ど一定の平坦な状態である。

体長と椎体長との関係

上述の様に椎体長曲線は魚体によって若干その傾向を異にしているが、脊柱の部位毎に椎体の大きさが略々
前後に均等な所、或は部位を平均的に示す所を選定すると 第 1 表となる。代表部位と体長との関係は 第 8 図
の様な回帰関係を示す。この各回帰関係が夫々傾斜を異にしているのは、夫々部位による比成長が異なること
を説明するものである。既述した様に乾燥脊柱長は生の脊柱長の場合に比して約 5% 縮少するのであるが、



第 8 図 部位別の椎体長と体長との関係

A 腹椎前部 B 腹椎後部 C 尾椎前部 D 尾椎後部

小さい黒丸は個々の測定値、大きい白丸は鮮魚の椎体長の体長 1cm 間隔平均値、大きい黒丸は乾燥椎体長の体長 1cm 間隔の平均値

第 1 表

脊 柱 の 区 分				脊 椎 の 範 囲	代 表 計 測 位 置
腹 椎	{	前 後	A	1~20	11~15
			B	21~40	31~35
尾 椎	{	前 後	C	41~50	46~50
			D	51~65	56~60

各部位別にその縮少率をみると、腹椎前部 (A) で 2.5%, 腹椎後部 (B) で 3.3%, 尾椎前部 (C) で 4.2%, 尾椎後部 (D) で 5.4% となり、体の後方になるに従ってその割合が大きくなっている。このことや椎体長曲線からも判る様に、脊椎の前後が均等である部位は腹椎後部 (B) と尾椎前部 (C) とで略々体の中央部位となる。ともかく第 8 図の回帰関係によつて、胃内容物中に出現したサンマの椎体長の測定値から、その原形の体長を推定することが出来る。

終りに色々と御指導いただいた本研究所木村所長並びに御援助いただいた福島・小達両技官に感謝する。又漁況聴取調査を担当された資源部各位、特に本研究所気仙沼出張所の高橋章集技官に厚くお礼を申し述べる。

参 考 文 献

- 菅間慧一 ('57) : 耳石の性状からみたサンマのポピュレーション構造 北水研報告 (16)
- 堀田秀之 ('60) : 鱗・耳石によるサンマのポピュレーション構造の分析とその成長 東北水研報告 (16)
- 木村喜之助 ('60) : 東北海区サンマ漁況の資源学的考察 東北水研報告 (14)
- 水産庁 ('54) : 北太平洋オットセイの分布並に食性 日米共同オットセイ調査報告 ('52)
- Tokai Reg. Fish. Res. Lab. ('59) : Report of Japanese fur seal research in 1958
Special Pub., No. 6
- 笠原 晃・大鶴典生 ('52) : 綜説 サンマの研究 漁業科学叢書 (3)
- 木村喜之助・福島信一・小達 繁・相沢幸雄 ('61) : 東北海区南下サンマの主産卵期と主産卵場 本誌
- 矢部 博 ('51) : 薩南海区に於けるサンマ稚魚の分布 日本水産学会誌 17 (1)
- 堀田秀之・小川 達 ('55) : 海区別カツオの食餌組成 東北水研報告 (4)
- 川崎 健 ('60) : カツオ・マグロ類の生態の比較について (II) 東北水研報告 (16)
- 東北水研 ('53) : 漁況速報
- 東北水研 ('59) : 海洋資源年報 サンマ資源篇 (昭和28年度)
- 東海大学 ('60) : ビンナガ漁場予報 No. 137
- GRAY, J. ('33) : The muscular movements of fishes Royal Institution of Great Britain
- FORD, E. ('37) : Vertebral variation in teleostean fishes Jour. Mar. Bio. Assoc., 22 (1)
- 山田鉄雄 ('61) : マアジの椎体長曲線の研究 長崎大水産学部研究報告 (10)
- 林 知夫・山口義昭 ('60) : 魚食底魚類の食性に関する研究 農林水産技術会議研究成果 (2)
- 堀田秀之 ('61) : 日本産硬骨魚類の中軸骨^{椎体}の比較研究 農林水産技術会議研究成果 (5)

東北海区に於ける魚群と海鳥群の観察※

堀 田 秀 之
福 島 信 一
小 達 繁
相 沢 幸 雄

OBSERVATIONS OF FISH SCHOOLS AND SEA-BIRD FLOCKS IN THE TOHOKU SEA AREA OF JAPAN

By

Hideyuki HOTTA, Shin-ichi FUKUSHIMA, Shigeru ODATE
and Yukio AIZAWA

The live-bait and the purse-seine fishermen in the Tohoku sea area of Japan rely on the sea-bird flocks for locating tunnus schools in the area where schools are to be expected. The authors made observations on the fish schools and bird flocks by both vessel and airplane scouting. The results obtained were as follows:

Vessel scouting

(1) According to the fishermen who have fished there, fish schools sighted were accompanied by birds and by means of the birds as shown in table 2.

(2) Because they rely on the birds, the fishermen adapt to sighting flocks of birds from the upper bridge and the masthead of the vessel. The maximum distance of sighting flock of birds is usually about four to five miles based on the speed of the vessel.

(3) The flock accompanying the skipjack schools vary in size from three to several hundred birds, the flocks were classified into large (more than 100 birds), medium (50 to 100 birds), and small (less than 50 birds); a large flock occupied 56.5 percent as shown in table 3.

(4) Figure 4 shows the diurnal variation in frequency of sightings of schools both with and without bird flock. The difference of the pattern may be caused by the digestion of prey of birds indicated in figure 5.

Airplane scouting

(1) The airplane was successfully used for locating schools of Blue-fin tuna off the Tohoku coastal region of Japan since 1954 and the flights were mainly made in Cessna plane, it had four seats (fig. 6) and a cruising speed of approximately 100 knots. It flew at an altitude between 300 m and 700 m on various flights, but at the heights of 400 to 500 m usually. The observers placing a term on both side of the plane. The angles from the vertical were recorded for sighted, it showed that more

※ 東北海区水産研究所業績 第 167 号

than 70 percent were between 30° and 50° from the vertical on both sides of the plane.

(2) Monthly flight courses in 1957 are shown in figure 8, and the records were maintained of the time and sighting of all fish, aquatic mammals, bird flocks and also the condition of the sea surface, its detailed chart is shown in figure 7.

(3) Researched area off the Tohoku coastal region was divided into three waters, viz. north (more than 40°N latitude), middle (38° to 40° N latitude), and south (36° to 40°N latitude), the seasonal distributions of the schools, aquatic mammals and flocks in each water is shown in figure 11.

(4) Aerial scouting was greatly affected by weather and sea condition. As sighting of the schools at the maximum distance seems to be 10 miles in the best condition, but seven to eight miles in general.

(5) The conditions of the sea observed from the airplane is as shown in Plate I, in which vicinity were an abundance and distribution of schools, flocks and aquatic mammals, therefore, it may be said that these conditions are useful for determining the fishing ground.

According to the ornithological records it is known that eight families and 26 species occur in the Tohoku sea area, especially sheawaters and gulls are bird flocks of great importance for locating fish schools.

目 次

はしがき	I,3,4 魚群・海獣群・海鳥群の分布状態
I. 魚群と海鳥群との関係	I,3,5 魚群と鳥群の関係
I,1 漁況報告資料	I,3,6 魚群・海獣群・鳥群の分布状態と 環境条件との関連
I,2 海上調査	II. 東北海区に於ける海鳥
I,2,1 魚群の位置付けの海鳥群への依存度	II,1 海鳥の種類
I,2,2 船上からの魚群発見範囲	II,2 海鳥の胃内容物
I,2,3 カツオ魚群発見の日週変化	附 海鳥標識の採捕記録
I,3 飛行調査	要約
I,3,1 魚群探索飛行調査範囲	
I,3,2 飛行機からの目視範囲	
I,3,3 魚群探索飛行で発見される 魚群・ 水棲哺乳動物	

は し が き

カツオ・マグロ竿釣漁業は太平洋の東西の両側共に漁船は先ず予想漁場に於いて、魚群を発見することが第1の仕事である。この魚群の発見技術の優劣は漁獲と密接な関係があるので、どの漁船も発見方法については種々考慮を払っている。一般に魚群の上には海鳥が群らがって飛んでいる場合が多いので、これを利用して魚群の位置付けには、先ず海鳥群の行動に着目している。又沿岸のイワシその他の魚種の巾着網漁業或は宮城県金華山周辺に於けるウミネコ (black-tailed gull, *Labus crassirostris*) ウトウ (hornbilled putfin, *Cerorhinca monocerata*) とイカナゴ (Sand lance, *Ammodytes personatus*) との関係のイケスキイ漁業*, 瀬戸内海ではアビ (red-throated diver, *Colymbus stellatus*) オオハム (siberian black-throated diver, *Colymbus arcticus*)

* ウトウが水中のイワシ・イカナゴ等の小魚を水面近くに追いつめると、ウミネコが空中から之を捕食する。この状態を「イケ」といって、快速の漁船はウミネコの集団を求めて大型のタモ網で魚群をすくい取る漁業。

viridigularis) とイカナゴとマダイ (sea bream or porgy, *Chrysophrys major*) の三角関係による鳥持網代漁* などは有名である。これらの例の如く、海鳥群と漁業との関連は極めて密接である。海鳥群の分布状態は一般にその飛んでいる下の水面を游泳する魚群の性状に関連すると云われているから、魚群の探索に海鳥群を利用するのは当然である。

又一方、世界の各地 (アメリカ・オーストラリア等) で魚群の探索の為に飛行機が使用されており、東北海区近海でも昭和 29 年から盛んとなつたカツオ・マグロ旋網漁業に魚群探索飛行を岩手県気仙郡 揚繰網漁業研究会が初めて実施してかなりの成果を収めた。翌 30 年からは東北 5 県 (青森・岩手・宮城・福島・茨城) の各県水産試験場及び各旋網漁業団体が協同して、魚群の探索飛行を 5 月から 11 月まで行つている。当水産研究所も昭和 31・32 年にはこの調査飛行に参画し、飛行機の高速力と大きな視界を利用して、短時間に広大な面積を探索し、空中から魚群の透視発見、魚群の動きと鳥群の動き及び魚群に対する操業状況等の観察を行い、更に水塊の海洋学的構造を飛行機から観測する試みを行い、翌 33 年からは各県実施の魚群探見飛行の外に、当所でも独自に海洋の状態や魚群・鳥群の観察に就いての飛行調査を実施して来た。

本報告はこれらの資料を整理して、東北海区近海に於ける魚群と海鳥群との関係、カツオ・マグロ漁業に於ける魚群発見の爲の海鳥群への依存度及びこれらの分布状態やこれと海洋条件との関係等に就いて取纏めた結果、新しい知見を得たのでここに報告する次第である。

尚この調査の 1 部は農林水産技術会議の振興費による「黒潮前線から分離する暖水塊の漁場形成機巧に関する研究」によつて実施された。ここに御援助に対し厚くお礼を申し述べる。

本報告を取纏めるに際し、御指導いただいた当研究所木村所長並びに常々有益な助言と貴重な資料を沢山提供して下さつた水産航空株式会社の高嶋静男・小川義司の両氏及び各県水産試験場担当官各位に厚く深謝する。本調査には当所資源部全員が参加し、著者のグループがその取纏を担当したものである。ここに資源部各位に深くお礼を申し述べる。又海鳥に就いて種々御教示下さつた山階鳥類研究所の黒田長久博士に深く感謝する。

I. 魚群と海鳥群との関係

I, 1 漁況報告資料

東北海区に於けるカツオ竿釣漁業・マグロ旋網漁業ではカツオ・マグロ類の魚群態即ち魚群の成群形態をこれらの群の他物に対する関係に基いた生態的立場から魚群の性状を区別している。この魚群の性状とそれらの間に於ける漁撈効果に就いては、既に宇田 ('33), 木村 ('54), 井上 ('59) の報告がある。この結果によると東北海区でみられるカツオ・マグロ魚群の性状として重要なものは次の通りである。即ち

竿釣漁業

- 鳥 付 群……数多くの海鳥が魚群について行動しているもの (第 1 図)。
- 素 群……カツオだけで行動しているもの。
- サメ付群……ジンベエザメと行動を共にしているもの。

旋網漁業

- 鳥 付 群
- ハ ネ 群……海面に魚群丈けが跳ねているもの。時に之れに海鳥群が付いたり、餌を追い乍ら跳ねている場合がある。
- 素 群……マグロ或はカツオ丈けの群で行動しているもので、その状態によつて更に細分される。
- トロミ群……水面下に密集しているもので、行動は比較的鈍い。従つて水面の色が周囲と変つている

* マダイ・スズキ等が水中からイカナゴを水面近く追いつめると、空中から鳥群が之を捕食する。従つて漁船は鳥群の集団によつてイカナゴを採捕し、更に之を餌にして水中のマダイ・スズキ等の高級魚を釣獲する漁業。



第 1 図 鳥 付 群 (カツオ)

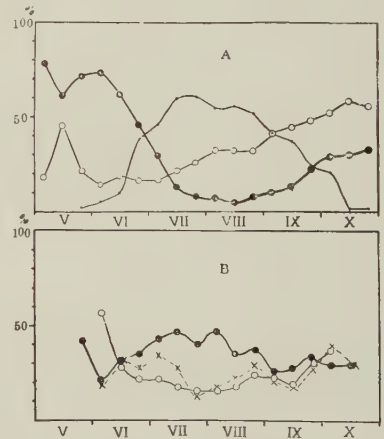
潜没群。

水 持 群……魚が密集していたり、密集して進行している場合、周囲の水面から少し盛り上つて見えるもの。

腹 返 し……飽食状態で、時に餌を弄び乍ら腹側の銀白色が見える程ゆつくり游泳するもの。

これらの主要な魚群の性状の季節的変動に就いて、当所で蒐集した尠大なカツオ竿釣漁船からの漁況報告（昭和 22～29 年）、マグロ旋網漁船の漁況報告（昭和 27～29 年）に基き、木村（'54）に倣つて、竿釣漁業では鳥付群、素群、サメ付群、旋網漁業では鳥付群、素群、ハネ群の主要魚群の 3 種の性状に就いてその群の数を 1 旬に発見された漁獲魚群の総数で割つたものを発見率として、漁業種別・各旬別発見率の平均値を図示したものが第 2 図 A・B である。カツオ竿釣漁業（A）では鳥付群は漁期始めの 5 月・6 月に圧倒的に多く、70% 前後を占めるが、以後旬を追つて急激に減少し、7 月～8 月の盛漁期には僅か 10% 前後となつて最低値を示す。しかし終漁期には再び増加している。素群は漁期前半の 5 月～7 月には一般に少なく、漁期後半には尻上りに急激に増加して、50% 前後を占める様になる。サメ付群は 6 月下旬頃から発見漁獲魚群の半数近くを占め、7 月を最高にして 8 月・9 月と漸減し、10 月には殆ど姿を消してしまう。この様に魚群の性状は初漁期・盛漁期・終漁期に応じて鳥付群 → サメ付群 → 素群と変化する。

之に対し旋網漁業（第 2 図 B）では鳥付群は漁期始め（5 月下旬・6 月）には比較的少ないが、その後旬を追つて増加し、7 月・8 月を最高として、以後減少し、略々一定した 30% の値を示す。素群は初漁期に一時多いけれども、やがて急に減少し、7 月・8 月の盛漁期には最低の 20% 前後となるが、漁期末には再び増加する。ハネ群はかなり変動があるが、略々素群と同じ様な傾向である。この様に旋網漁業では鳥付群による漁



第 2 図 魚群の性状の季節変化

- A カツオ竿釣漁業
- 鳥付群
 - サメ付群
 - 素群
- B マグロ旋網漁業
- 素群
 - …×… ハネ群



第3図 各調査船の魚群発見状況と表面水温分布図

A, 茨城丸 1954年7月13日～26日 B, 第1長久丸 1955年8月11日～19日 C, 三重丸 1954年9月4日～14日
 夜間航路

第 1 表 魚 群 の 呼 び 方

魚群がみえて海鳥がついている場合			魚群にサメ・鳥がついている場合				
鳥	付	群	97.5%	サ	メ	付	87.9%
素		群	2.5%	サメ付・トリ付			9.7%
(但し鳥が極めて少ない場合)				ト	リ	付	2.4%
				(但し鳥がサメについている場合)			

獲魚群が最も多い。

竿釣漁業・旋網漁業共に漁獲魚群と海鳥群との関係は密接なものであることが判る。しかし両漁業での鳥付群の出現状況は全く逆の傾向を示している。これは単に操業水域の相違だけによるものとは考えにくいので、更に検討をしてみる。即ち 40 隻のカツオ漁船に魚群がみえて、その上空或は周辺に海鳥群・サメ又はクジラ等と一緒に認められる場合の魚群の性状についての呼び方を聴取調査した結果は第 1 表の様で、大部分のカツオ漁船は魚群に海鳥がついている場合には“鳥付群”と呼ぶが、魚群の周辺に海鳥よりも関係の深い共存性のものがある時は、多くは関係のある共存物例えばサメ・クジラの場合には“サメ付群”、“クジラ付群”と呼んでいることが判り、詳しく“サメ付トリ付群”という様に分類するものは極めて少ない。従つて漁況報告書の内容からは少なくとも海鳥群の存在の有無及び魚群発見の手懸り等についての正確なことは判らないから、第 2 図 A・B の鳥付群の変動の相違は、カツオ漁船と旋網漁船との間によつて起る魚群の呼称の相違に依るものと考えられる。従つて竿釣のカツオ漁場にも夏季に海鳥群がかなり多く飛んでいるものと思われる。

1, 2 海上調査

1, 2, 1 魚群の位置付けの海鳥群への依存度

前項ではカツオ・マグロ魚群と海鳥群とが密接な関係があることを述べた。ここでは魚群の捜査の際に海鳥群の果たす役割に就いて述べる。即ち 7 月～9 月の“鳥付群”の一番少ない時期に茨城県水産試験場調査船の茨城丸 (7 月 11 日～26 日 '54)・宮城県のカツオ漁船第 7 鹿島丸 (8 月 3 日～14 日 '54)・三重県水産高校練習船三重丸 (9 月 4 日～14 日 '54)・三重県漁船第 1 長久丸 (8 月 11 日～19 日 '55) に乗船してカツオ漁場調査を行った*。航海中 (但し夜間を除く) にカツオ魚群を発見し、漁獲の有無に拘らず漁撈行為をしたその数と発見の手懸り、付きものの種類 (魚群の性状)、発見時刻、餌付等に関しての記録を 刻明にノートした。カ

第 2 表 魚群発見の手懸りとしての海鳥群の割合

魚群発見の手懸り \ 月	7 月 (茨城丸)	8 月 (第 1 長久丸)	9 月 (三重丸)
海鳥群による場合	18 (66.6%)	29 (64.5%)	38 (71.6%)
海鳥群によらないもの	9 (33.4%)	16 (35.5%)	15 (28.4%)
計	27 (100%)	45 (100%)	53 (100%)

第 3 表 海鳥群の大きさ

50羽以下	50羽～100羽	100羽以上
10 (25.6%)	7 (17.9%)	22 (56.5%)

* 本調査には東北大学農学部水産学科狩谷研究室の援助が得られた。ここに狩谷助教始め関係者に深くお礼を申し述べる。

ツオ魚群の発見方法は既によく知られている様に、マストや上甲板で数人の見張員が交替で肉眼或は双眼鏡(8~15倍)によつて見張つている。各船の調査航跡と魚群の発見状態及び当時の海況を第3図(A, B, C)に示した。茨城丸の探索水温範囲は18°~22°C, 第7鹿島丸21°~24°C, 三重丸21~26°C, 第1長久丸22°~25°Cで、船によつて魚群探索の範囲が異なつている。この内魚群の発見についての詳細な記録が無い第7鹿島丸を除いて、魚群発見の手懸りが何によつてなされたかをみると、第2表に示す様に、夏季の“鳥付群”の最も少ない時期でも海鳥群によつて、魚群発見の手懸り・位置付けが60~70%も行われていることが判る。この際海鳥群の大きさは僅か3羽程度のものから数100羽に及ぶ大群衆の俗に鳥山と呼ばれるものまでであるが、第3表の様に海鳥群の大きさを区別してその頻度をみると、100羽以上の大きな海鳥群によつて約半数以上のものが占められ、この大鳥群が魚群発見の手懸りとなつていた。鳥群の飛翔・追隨の状態と魚群の状態との関係は富永(57)が詳しく述べている。

I,2,2 船上からの魚群位置付け(発見)範囲

船上の見張員は主として海鳥群を魚群発見の手懸りとしていることは上述した通りである。その発見範囲(距離)に就いて、見張員が鳥群(魚群)を発見してから現場に急行し、到着する迄の所要時間を測定し、船の速力(平均8節として)から発見距離を算出した。その50例について発見の手懸りを海鳥群による場合とその他の場合に区別して、距離別に示したものが第4表である。発見魚群の大部分(85%)のものが船から2500m(所要時間10分)以内に認められ、この範囲内でも海鳥群による方が遠方まで多く発見されている。最大距離は鳥群によるもので7500m(4浬)(所要時間30分)であつたから、漁船の発見最大距離を大体この程度とみる。従つて船の探索可能面積はこの最大距離を半径とする前方半円で囲まれた範囲となる。

第4表 魚群の船からの発見距離

距 離 (m)	発 見 魚 群 数	発 見 の 手 懸 り	
		鳥 群 に よ る	そ の 他
~ 500	26 (54%)	11	15
~1000	8 (16)	4	4
~1500	5 (10)	4	1
~2000	3 (6)	3	0
~2500	1 (2)	0	1
~3000	3 (6)	3	0
~3500	2 (4)	2	0
~4000	0 (0)	0	0
~7500	2 (4)	2	0
言	50 (100%)	29	21

I,2,3 カツオ魚群発見の日週変化

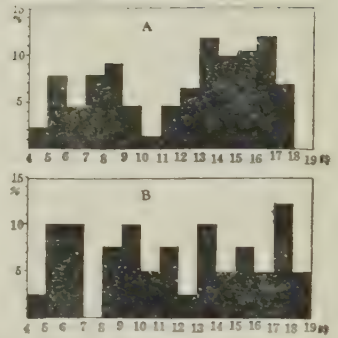
カツオ・マグロ類の最もよく釣れる時刻は朝の薄明時から午前10時頃までとされ、その後漁は漸減し、午後2~4時頃から薄暮時にかけて再び漁獲が増大するといった釣獲時刻の日週変化が知られている(富永'57, 黒田'58)。7月~9月にかけての上記調査船による薄明時から薄暮時までのカツオ魚群見張実施中の魚群の発見状態をその時刻別・発見手懸り別に図示すると第4図を得る。海鳥群によつてカツオ群を発見するのは午前7時~9時頃と午後1時~5時頃の間の2つに大きな峯が認められる(第4図A)。之に対し魚群発見が鳥群以外の場合(例えば鯨、素群)は殆ど終日に亘つて発見されている。上記の様に漁獲時刻に2つの峯が認められることは、カツオ竿釣漁業は索餌行為を利用して釣獲するわけであるから、カツオの捕食動作(食慾)が6時間程度の間隔で活潑(旺盛)になるのであろう。又カツオが餌となる小魚を捕食する際に、海鳥群がその餌を空中からついばむわけであるから、海鳥群の食慾もカツオと略々似た傾向を示すものと考えられる。この点については次の事柄から肯定される。即ち

カツオと生態的に類似したマサバ (Mackerel, *Pneumatophorus japonicus japonicus*) の摂餌・消化に就

いて狩谷 ('56) はマサバの飽食点を見極めた上で養食させ、その後一定時間絶食させ再び飽食にする摂餌量を求め、絶食時間の長短による摂餌量の変化と消化曲線との関連について、環境が適当であれば摂餌量から絶食時間後の摂餌量を差引いた点がよく消化曲線と一致することを述べ、更にマサバでは飽食後 4~5 時間程度から索餌要求度合(餌付)が強まることを報じている。

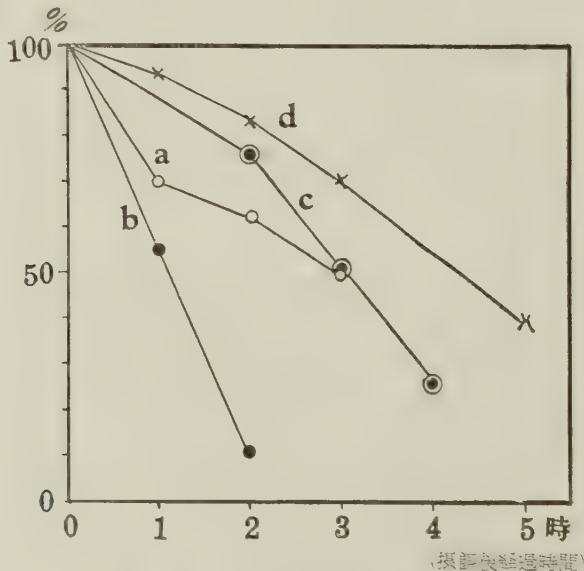
海鳥類による餌の消化については、DAVIES ('56) が南アフリカで行った、カツオドリの 1 種 (Cape gannet, *Morus capensis*)、ペンギンの 1 種 (Cape penguin, *Spheniscus demersus*)、ウミウの 1 種 (Cape cormorant, *Phalacrocorax capensis*) の摂餌量の変化に伴って開腹調査の結果を 1 回の摂餌量を基にして、経過時間毎の残存量の割合で示したもの及び著者が昭和 34

年 6 月宮城県のトロール船金栄丸が 40-23N, 142-35E の地点で、夜間に捕獲したコアホウドリ (Laysan albatross, *Diomedea immutabilis*)、昭和 35 年 10 月水産庁調査船天鷹丸が 41-00N, 143-19E の地点で網で捕獲したオミズオギドリ (Streaked shearwater, *Puffinus leucemelas*) を当座実地で地上或はコンクリートの上で、網を果つたり、籠を載せて飼育した。餌は新鮮な魚類(マイワシ、マハダ、サシマ等)をビンセットから与え、絶食時間に対する摂餌量の変化の定む曲線を消化曲線と見做した。飼育に要してはかなり環境的に相違はあるが、ともかく、この様にして求められた消化曲線を纏めたものが第 5 図である。これによると海鳥類の消化速度は極めて速く、急激な直線で示される。このカツオドリ類のものは他の海鳥とは若干生態を異にするので、その消化曲線の型が異なっている。海鳥類の餌の消化は極速で、特に魚肉等の柔らかい部分の消化が速いことを DAVIES ('55, '56) は指摘している。著者の観察では摂餌後、短い時には 30 分後、一般には 1 時間 30 分後位で第 1 回の排泄が起り、その後 1~1.5 時間の間隔で排泄が頻繁に行われ



第 4 図 カツオ魚群発見の日週変化 (7月~9月)

A, 海鳥群による割合 (90 例)
B, その他による割合 (40 例)



第 5 図 海鳥類の消化曲線

a, Cape gannet b, Cape cormorant c, Cape penguin d, Laysan albatross

ている点からも、その消化活動の旺盛なことを物語る。この消化曲線から摂餌後 大体 5~6 時間程度で完全に消化されると考えられる。オオミズナギドリの 飼育の際の摂餌時間間隔も 略々 6 時間毎にサンマ（平均体重 75g）1 尾を吞込んでゐる。従つて海鳥類とマサバ又は カツオの消化時間は共に 5~6 時間程度であるけれども、消化曲線の型にはかなりの相違がみられる。

I, 3 飛行調査

I, 3, 1 魚群探索飛行調査範囲

使用機は水産航空株式会社（当初の海洋航空株式会社漁業協力部門）の所属のもので、使用機種及びその性能は第 5 表の通りである。



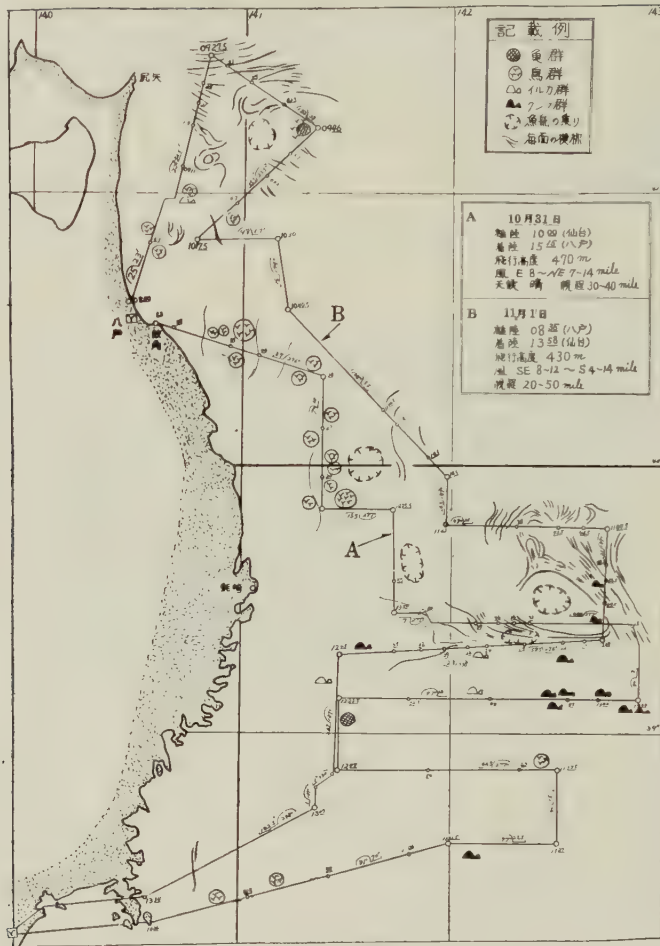
第 6 図 魚群探見調査の使用機 セスナ 175 型
(水産航空株式会社所属)

第 5 表 魚群探索飛行調査の使用機及びその性能

機 種	パイパー トリペーサー 135型	デハビランド ダブ 104 型	セスナ 175 型
構 造	単発上翼単葉	双発低翼単葉	単発上翼単葉
塔 乗 総 員	4名	6名	4名
巡 航 速 力	96節	130節	100節
探 索 距 離*	約 350浬	700浬	約 500浬
探 索 時 間	約 3.5時間	約 5.5時間	約 5時間
備 考	昭29~32年に使用	昭31, 32年に 1 部使用	昭33年以降使用

* 洋上飛行の場合は天候不良の際の引返し、迂回・旋回及び航法誤差等に備えて、航続距離の約 70% で飛行計画を立案する。之を探索距離と呼ぶ。

飛行調査も経験に伴つて、その技術が向上・充実して、当初に比してその行動範囲も拡大され、しかも調査内容も広い分野に及んで来た。即ち昭和 33 年以降は魚群・水棲哺乳動物の 種別判定・その大きさは勿論のこと、海鳥群の数量的調査、漂流物特に流れ藻の数量的調査及び海面の状態（後述）のスケッチ等が発見時刻別に詳細に記録されて来た。第 7 図は飛行調査の詳細な記録の 1 例である。探索飛行調査は例年 5 月中・下旬から 11 月下旬に亘つて行われる。第 8 図は昭和 32 年度の飛行調査の航跡図から、発動点・到着点を基準にして各月毎に緯度・経度 30 分柵目内の飛行距離を示したものである。図から判る様に、調査開始の 5 月・6 月は 36~38°N, 143°E 以西が調査水域となつてゐるが、その後月が進むに伴つて、その探索行動範囲も北上し、沖合へも拡がつてゐる。年によつて多少の変動があるけれども、5 月~7 月は 39°N 以南、8 月~10 月



第 7 図 飛行調査記録の 1 例 (昭和 34 年)

は 39°N 以北, 11 月は $38^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ の 3 期に区別され、略々 144°E 以西が調査区域となつている。この様により時期によつて調査水域が異なることは、魚群・海鳥群等の分布状態を知る上には不便があるので、特に昭和 34 年度には $36^{\circ}\sim 42^{\circ}\text{N}$ (大吠崎から襟裳岬) の広範囲に及ぶ水域を出来る限り探索出来る様に計画された (第 9 図)。

I, 3, 2 飛行機からの目視範囲

飛行機からの視界は高度をとるに従つて広くなり、一般に高度 1000m で 30 哩以上の視界は普通であるけれども、魚群探索の場合は、ハネムレトが魚群または水中の潜没魚群の目視発見を主目的とする為に、なるべく視界を損じない程度にしかも之等の目視がたやすい様に高度を下げた方がよい。海面に明らかな変化のあるハネムレや大きな魚群の透視発見は高度 1000m でも可能であるが、鳥群や小さな魚群はこの高度では見逃す場合もあるから、一般に 400~500m の高度で調査を行っている。この高度での発見距離については調査当時の天候(雲量・雲高)、視界、風力、海面の状態(波浪・透明度)、太陽高度によつて左右されるわけである。従来これらの条件が最良の場合、対象物発見から確認までの所要時間は 6.5 分~7 分で、飛行機の速力から約 10 哩遠方の魚群等が発見出来るわけである。しかしこの例などは稀であつて、普通飛行調査が実施可能の天候で



第 8 図 30 分毎の経緯度線によつて区分した区域内の調査飛行回数 (昭和 32 年度)

は大体 4 分～4.5 分、距離にして 6～7 哩が最大限度で、一般には 2～3 分、3～4 哩である。セスナ 175 型の調査員の配置は機の左右両側に分れ、右側は前席で、左側は後席が分れる。この前後の調査員席に於いて、飛行機から目標物を発見する角度について、前席では 42°、後席で 212°の対象物により、鉛直からの角度を測定した結果、前席では 0°～25° の範囲は機体の蔭となつて死角となり、その発見率は 30° までは 2.4%、0°～40° で 35.7%、40°～50° で 40.5%、50°～60° で 11.9%、60°～70° で 9.5% であつた。後席では 0°～30° の間が機体と車輪の蔭になつて死角に當つてゐる。発見率は 30°～40° で 33.5%、40°～50° で 44.4%、50°～60° で 12.7%、60°～70° で 7.5%、70° 以上は 1.9% となり、両席共に発見率の多い所は 40°～50° の範囲である。この俯角と飛行高度から発見目標物までの距離を算定することが出来る。即ち飛行機の両側 400～600m 範囲のものが多く発見出来るようである。飛行機による探索可能面積は船の場合に比して、発見最大距離は約 2 倍となり、その面積は約 4 倍となる。

I, 3, 3 魚群探索飛行で発見される魚群・水棲哺乳動物

用いた資料は探索技術と調査内容が充実して来た昭和 31 年から昭和 34 年までの延 138 回 (昭 31 年 33 回、昭 32 年 27 回、昭 33 年 32 回、昭 34 年 46 回) の調査の航跡図である。天候・海面の状態に基く発見の差及び調査水域は無視して、ともかく発見された魚群・海獣類・海鳥は第 6 表の様に 10 個に分類された。この際分類の困難なものは一括したり、稀に出現するもの (例、昭 33 年 10 月・11 月に多くみられた大クラゲ (エチゼンクラゲ?) や 昭 34 年 8 月のエイの群) 或は個体、時に小さい群としてみられるもの (マンボウ、メカジキ、大型のサメ・クジラの死体、ウミガメ等) を除いてあるから、魚類及び海獣群だけでも 30 種近くに及ぶ。これらの稀なものなどは主要なものが少いから除いても余り大きな影響がない。又海鳥群については東北海区で従来知られているものは少くとも 37 種に及ぶが (後述)、飛行機からは暗い海面をバックにする関係上、小



第 9 図 昭和 34 年各月毎の飛行航跡

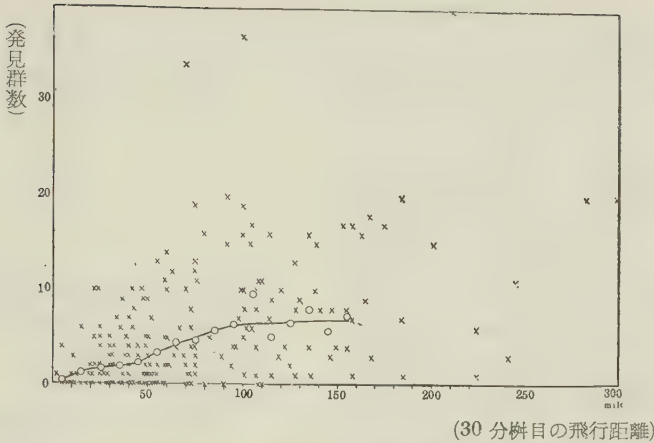
第 6 表 魚群探索飛行調査で発見される魚群・海獣群

	月	5 月		6 月		7 月		8 月		9 月		10 月		11 月	
		39°N以南	39°N以北	39°N以南	39°N以北	39°N以南	39°N以北	39°N以南	39°N以北	39°N以南	39°N以北	39°N以南	39°N以北	39°N以南	39°N以北
魚 群	イサ	+		+		+		+	+	+		+	+	+	
	ワ	+		+		+		+	+	+		+	+	+	
	シ	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+
	バ	+		+		+		+	+	+		+	+	+	
海 獣	クジラ類*	+		+		+		+	+	+		+	+	+	
	イルカ類**	+		+		+		+	+	+		+	+	+	
	不明魚群	+	+	+		+		+	+	+		+	+	+	+
	不明魚群	+	+	+		+		+	+	+		+	+	+	+
海 鳥 群		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

* 種不明の大・中・小クジラ，ツチクジラ，マッコウクジラ，イワシクジラ，ナガスクジラ等を含む

** セミイルカ，シャチ(サカマク)，カマイルカ，ネズミイルカ，リクゼンイルカ等を含む

東北海区に於ける魚群と海鳥群の観察



第 10 図 経緯度 30 分毎の区域内に於ける調査飛行距離と発見総群数との関係 (白丸は平均値)

型鳥や黒色系の単独で飛翔しているものは見逃してしまう。従つて群となつている海鳥だけが対象となり、種の同定も現在の知識では不充分であるので一括した。

これら 10 個に分類された対象物は調査水域によつても、又同一水域であつても飛行回数が多くなれば発見数も多くなるのが普通であるが、特に飛行調査の場合は広範な水域に亘るので、その変動は大きい。各月毎に 30 分毎の経緯度線で分けられる区域内の総飛行距離と 10 個に分けられた群の総数との関係 (第 10 図) には一定の傾向がみられる。即ち 1 区画内の月間総飛行距離 50 哩位までは、除々に発見群数を増すが、これから 100 哩までは急激に増加し、それ以上調査を重ねても総群数には余り変化が認められない。従つて経緯度 30 分毎目の区画内を月間に 50~100 哩飛行調査を実施すれば、対象物の主要部分が発見されると見做して差支えない。

陸岸からの距離による調査対象物の発見状況をみると、1 区画内の飛行 100 哩当りの発見群数は陸岸から 50 哩以内では 6.0, 50~100 哩で 7.8, 100 哩以上では 4.7 となり、50~100 哩離れた所が最も多かつた。次に東北海区を大別して 39°N 線で南北に区切つて出現種をみてみると、海獣群と海鳥群は、両水域共にどの月でもみられるが、魚群は 5~7 月は主として 39°N 以南の水域で、8 月では 39°N 以北にもみられ、9 月・10 月は主として 39°N 以北、11 月は 39°N 以南となつている。この魚群の内サンマ丈けが漁期初め (9 月) 丈けに発見され、その後殆ど発見されないのは、その游水層の状態が漁期初めと盛漁期とで異なつている為ではないかと考えられる。

I, 3, 4 魚群・海獣群・海鳥群の分布状態

飛行調査で発見される魚群・海獣群・海鳥群の分布状態について、水域別の季節的変動を求めた。水域を 38°N 以南 (南部)、38~40°N (中部)、40°N 以北 (北部) の 3 水域に区分して、夫々の分布指数を求めて、その月別変化を画いたものが第 11 図である。分布指数は夫々の水域での調査飛行 100 哩当りの種類別発見総群数に、発見された経緯度 30 分毎目の区画の数でその拡がりを表わした。之を分布指数と呼ぶ。即ち

$$\text{魚群(海獣群) 分布指数} = \frac{\text{魚群(海獣群)の発見群数}}{\text{夫々の水域での飛行距離}} \times 100 \times \text{発見区画数}$$

となる、その分布に就いて述べる。

魚群：発見数は 38°N 以南の南部水域では 5 月・6 月から 7 月・8 月にかけて漸増し、7 月・8 月を峯として以後急激に減少する。38~40°N の中部水域の峯は 8 月・9 月、40°N 以北の北部水域では峯が 9 月で、その前後は非常に低い。この様に分布の峯が時期の推移に伴つて、高緯度の方に移つていく

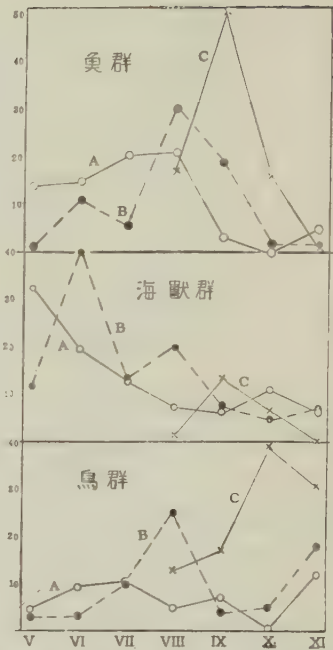
ことは、黒潮暖流勢力の北上に伴つて各種魚群が北上し、それが皆北の潮境周辺に落付く為に、魚群の種類数と群数の増大を示す事になる（第6表参照）。
海獣群：南部水域では5月に最も多く、その後減少の一途を辿り、10月に小さな山が見られる。中部水域では6月に最も多く、減少傾向は略々南部水域と似ている。北部水域では9月に小さい峯が見られるだけで、一般に発見数は少ない様である。

海鳥群：南部水域では6月・7月と11月に山がみられる様であるが、一般に少ない。中部水域は8月に顕著な峯があり、11月にも山があつて、南部水域に比して多い。北部水域は10月に極めて高い峯があり、南部→中部→北部の順に海鳥群が多くなっている。

これらの季節的変動を見ると、海獣群は魚群・海鳥群とは全く別の傾向を示している。又魚群と鳥群の間では時期の推移と共に高緯度の方に分布量が多くなつていく傾向は同様であるけれども、その位相は必ずしも一致していない。特に秋季に於いてズレている。この点について若干考察を加えると、三陸から北海道沿岸の岩礁はウミネコ (black-tail gull, *Larus crassirostris*) の棲息地 (繁殖地) として知られ、宮城県江の島・足島、岩手県三貫島・椿島、青森県蕪島などは著名である。ウミネコは早春 (2月・3月) にこれらの島々を訪れて、5月～7月にかけて産卵・哺育後、8月・9月頃から幼鳥と共にこれらの島を離れて、一時北海道方面に渡るらしいが、その後寒さと共に南方に移動する (小松 '34, '35, '37, 内田 '44)。従つて秋季はウミネコの移動の時期に當つており、これと交替に北方から他の渡り鳥の訪れる時期に當つており、秋には鳥が多く分布することになる。魚群の方ではサンマの盛漁期に当るのであるが、既述した様に飛行機からは殆ど発見出来ないで、魚群全体としては少なく現わされる。秋季の海鳥は後述する様にサンマを餌としているので、海鳥の多い所は矢張りサンマが多いと考え、位相のズレも見掛けの上の現象である。

I, 3, 5 魚群と鳥群の関係

海洋で飛翔している場合の海鳥はどの程度の群を作っているかに就いて、5回の飛行調査の際に丹念に記録



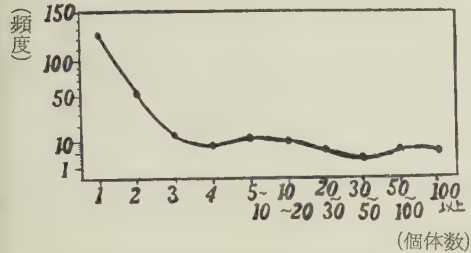
第11図 魚群・海獣群・鳥群の分布の季節的变化

A, 38°N 以南の水域
B, 38°~40°Nの水域
C, 40°N 以北の水域

第7表 魚種別の魚群の性状

魚種	性状	浮上群			潜没群			合 計
		鳥 付	鳥 ナ シ	小 計	鳥 付	鳥 ナ シ	小 計	
イ	ワ	19 (50%)	19 (50%)	38	0	8 (100%)	8	46
ブ	シ	22 (81.5)	5 (18.5)	27	1 (50%)	1 (50)	2	29
サ	ン	6 (22.2)	21 (77.8)	27	0	0	0	27
サ	マ	40 (35.4)	73 (64.6)	113	16 (43.3)	21 (56.7)	37	150
サ	バ	73 (61.4)	46 (38.6)	119	0	4 (100)	4	123
カ	ツ	73 (61.4)	46 (38.6)	119	0	4 (100)	4	123
マ	オ	111 (90.4)	12 (9.6)	123	4 (11.5)	31 (88.5)	35	158
マ	ロ	111 (90.4)	12 (9.6)	123	4 (11.5)	31 (88.5)	35	158
不	明	1 (12.5)	7 (87.5)	8	12 (54.5)	10 (45.5)	22	30
計				455			108	563

した結果は第 12 図の様に、略々逆 J 型分布をなし、単独又は数羽で飛翔している場合が極めて多く、大きな群を作っている場合は一般に少ない。しかし飛行調査の際には 群となつてゐるもの丈けが記録されている。この群をなす海鳥と魚群との関連に就いて吟味する。即ち発見全魚群 563 群について、各魚種別にその性状を纏



第 12 図 海洋に於ける海鳥の飛翔状況

めると第 7 表となる。その性状を先ず浮上群と潜没群に大別すると、浮上群が 97.6% で殆ど全部である。次に魚群に海鳥群が追隨しているかどうかをみると、53.4% が追隨していたが、浮上群の場合は海鳥群が追隨している場合としない場合は略々半々であるけれども、潜没群の場合は 73.5% の高率で海鳥群が追隨していた。この値が既述の海上調査の魚群発見の海鳥群への依存度に比べて若干小さいのは、飛行調査では広視野と高速力を利用して、海鳥の附隨しない群をも発見し、その数が海上調査の場合より超かに多いことに原因する。従つて飛行機利用は人間が海鳥の代理の役を務めることになる。

1, 3, 6 魚群・海獣群・鳥群の分布状態と環境条件との関連

魚群・海獣群・鳥群などの分布状態と環境条件との関連について吟味する。本研究所では水塊の海洋学的構造を飛行機から観測することに着目した。即ち表面に流れの収束 (convergence) があると、白い泡沫、海藻・木片などが集積して明瞭な潮目を形成する。従つてこの様な潮目の分布状態から水塊の構造を把握しようとした。飛行機からの海面の状態の変化を次の様に便宜上大別している。即ち

色の変つた潮目 (Pl. I. A) — 沿岸水と沖合水等の接触によつて、主に草色系と濃紺色系の色合の変化によつて示されるもの。

ゴミ等の漂流物の潮目、白泡の潮目、赤い潮目 (Pl. I. B) — ゴミ等の漂流物、白泡或は赤色乃至桃色を呈するもの (プランクトン (夜光虫) と考えられるもの) が 1 線に並んだ潮目。

波立つ潮目 (Pl. I. C) — 片側は顕著に白波を立てているが、他の側では白波が全くなく平滑である潮目。黒潮本流・津軽海峡の様な強流域に多くみられる。

スリック (Slick) (Pl. I. D) — 海面が反射によつて斑状にみえたり、或は縞状・線状の複雑な様相を示し、時に広範囲に亘ることがあり、屢々この中にゴミの漂流物や白泡・赤い潮目などが認められる。

この様に区別した海面状態の変化は表面等温線分布と略々一致するが、表面の流れやその強さ或は沈降・湧昇域の状態及びその規模によつても変化し、結局海水の騒乱作用の激しい所に認められる様である。これらの

第 8 表 魚群・海獣群・鳥群の発見位置と潮目・スリックの関係

発見群	種 類			発見総数	その周辺の海面状態の変化	
					有	無
魚群	イブササカマブ	ワシリマバオロ魚	ツグ明	46	28 (60.9%)	18 (39.1%)
				29	20 (69.0)	9 (31.0)
				27	15 (55.5)	12 (44.5)
				150	72 (48.0)	78 (52.0)
				123	94 (76.5)	29 (23.5)
				158	57 (36.1)	101 (63.9)
海獣群	クイ	ジル	ラカ	30	14 (46.6)	16 (53.4)
				184	63 (34.1)	121 (65.9)
海鳥群	クイ	ジル	ラカ	242	138 (57.0)	109 (43.0)
				204	70 (34.4)	134 (65.6)

第9表 東 北 海 区 に 於 ける 海 鳥

○は分布を示し、●は今回確認したことを示す

海鳥の種類		水 域	北海道沖・ 東 北 海 区	ベーリング海、北部 太平洋(黒田 '55, '60 元田・藤井 '56)
カツオドリ科, Sulidae				
カツオドリ	<i>Sula leucogaster plotus</i>		稀	—
ウミツバメ科, (Strom petrels), Procellariidae				
コシジロウミツバメ	<i>Oceanodroma leucorhoa leucorhoa</i>		●	○
クロコシジロウミツバメ	<i>O. castro castro</i>		●	—
オーストンウミツバメ	<i>O. markhami owstoni</i>		○	—
ハイイロウミツバメ	<i>O. furcata furcata</i>		○	○
ミズナギドリ科, (Shearwaters), Puffinidae				
オオミズナギドリ	<i>Puffinus leucomelas</i>		●	○
アカアシミズナギドリ	<i>P. carneipes</i>		●	—
ハイイロミズナギドリ	<i>P. griseus</i>		●	○
ハシボソミズナギドリ	<i>P. tenuirostris</i>		●	○
フルマカモメ	<i>Fulmarus glacialis</i>		●	○
アホウドリ科, (Albatrosses), Diomedidae				
コアホウドリ	<i>Diomedea immutabilis</i>		●	○
クロアシアホウドリ	<i>D. nigripes</i>		○	○
カモメ科, (Gulls), Laridae				
アカアシミツユビカモメ	<i>Rissa brevirostris</i>		—	●
ミツユビカモメ	<i>R. tridactyla pollicaus</i>		●	○
オオセグロカモメ	<i>Larus schistisagus</i>		○	○
セグロカモメ	<i>L. argentatus vegae</i>		○	○
カモメ	<i>L. canus kamtschatschensis</i>		○	—
ウミネコ	<i>L. crassirostris</i>		○	○
ユリカモメ	<i>L. ridibundus siboricus</i>		○	○
ワシカモメ	<i>L. glaucescens</i>		—	○
トウゾクカモメ科, (Skuas), Stercorariidae				
オオトウゾクカモメ	<i>Catharacta skua maccormichi</i>		●	—
トウゾクカモメ	<i>Stercorarius pomarinus</i>		○	○
クロトウゾクカモメ	<i>S. parasiticus</i>		○	○
シロハラトウゾクカモメ	<i>S. longicaudus</i>		○	○
ウミスズメ科, Alidae				
(Guillemots)				
ウミガラス	<i>Uria aalge inornata</i>		○	○
ハシブトウミガラス	<i>U. lomvia arra</i>		○	○
ウミバト	<i>U. columba columba</i>		—	○
(Auks)				
エトロウウミスズメ	<i>Aethia cristatella</i>		—	○
コウミスズメ	<i>A. pusilla</i>		—	○
ウミスズメ	<i>Synthliboramphus antiquus</i>		—	○
ウミオウム	<i>Cyclorhynchus psittaculus</i>		—	○
(Puffins)				
ウトウ	<i>Cerorhinca monocerata</i>		○	—
エトビリカ	<i>Lunda cirrhata</i>		●	○
ツノメドリ	<i>Fratercula corniculata</i>		—	○
シギ科, (Snipes), Scolopacidae				
ハイイロヒレアシシギ	<i>Phalaropus fulicarius</i>		●	○

点の詳細に就いては当研究所の海洋研究グループによつて鋭意研究がすすめられているので、飛行機からの観察結果と海洋学的関連が明らかにされるであろう。ここではとも角、これらの状態が 成る程度の環境条件の差異を示唆するものとして、魚群・海獣群・海鳥群を発見した場合にその周辺、即ち その地点を中心として前後に飛行時間 1 分間、距離にして平均 3 哩四方の狭い範囲内に、上記の様な各種の潮目やスリック等の海面変化があつたかどうかについて吟味すると第 8 表を得る。その出現状況は 3 哩範囲では、潮目・スリックの有無との間に有意の相関がみられなかつた。しかしその巾を 20 哩に拡大してみると、これらの発見物の約 80% がこの範囲に収まつてしまう。即ち潮目・スリックのある周辺 20 哩以内には少なくとも 魚群等の発見の公算が多いと云える。従つて漁場として利用価値のある所は、この様な潮目・スリックが起る 海水の騒乱作用の激しい所、俗に潮のもまれている所の周辺である。従つてこの様な潮目やスリックは漁場の有効な目標となることが判る。

II. 東北海区に於ける海鳥

II, 1 海鳥の種類

東北海区の花鳥の種類について従来の記録を整理し、之に黒田 ('55, '60)、元田・藤井 ('56) の北部太平洋・ベーリング海での記録を併せて表示すると第 9 表の様に、その種類は 8 科 37 種に及ぶ。この内 8 科 26 種が東北海区で記録され、北部太平洋では 7 科 29 種となる。従つて特殊なものを除いては一般に両海区に広く分布する種類が多いことが判る。これらの海鳥は黒田 ('33) によると小魚・甲殻類・軟体類などを主食としているから、魚群とは密接な関係があるわけであるが、この内フルマカモメ、ハイイロウミツバメ、エトピリカ、ワシカモメ、アカアシミツユビカモメ、ウミオウム等は北部太平洋の寒流域の特産又は優越種である。クロコシジロウミツバメ、クロアシアホウドリ、アカアシミズナギドリ、オオトウゾクカモメ、ハイイロミズナギドリ、オオミズナギドリ等は北上黒潮暖流域に多い(黒田 '55, '60)。カツオドリは夏期に稀にみられるだけ。ウミツバメ科 Procellariidae のものは洋上で船の周辺によく認められる小型鳥であり、ウミスズメ科 Alidae のものも小型鳥であるが、比較的沿岸部に限定されている。又アホウドリ科 Diomedidae のものは大型鳥で船尾に追随することが多いが、主として単独に飛翔している(時に 10 羽程度の群をなすといわれる)。従つて孰れも魚群発見の手懸りとしては余り重要でない。最も重要なものはミズナギドリ科 Puffinidae, カモメ科 Laridae, トウゾクカモメ科 Stercorariidae の 3 科に属するものであるが、カモメ科・トウゾクカモメ科のものは筆者の観察では距岸 50 哩以上の所には殆ど分布していない。従つて沿岸部ではカモメ科のものが、近海から沖合にかけてはミズナギドリ科のものが、魚群の位置付けとして重要な役割を果していることになる。

II, 2 海鳥の胃内容物

第 10 表 海鳥の胃内容物

海鳥の種類	採捕年月	位置	調査尾数	胃内容物 () は鳥の数
カモメ科	'58 XII	37—40 N 142—23 E	3	空胃(1), ハダカイワシの耳石多数(1), Calanus(1)
オオトウゾクカモメ	'58 I	38—39 N 142—144 E	2	ハダカイワシ(?) (1), Calanus(1)
コアホウドリ	'58 XII	38—00 N 144—43 E	1	サンマ(復原 27cm 台 1 尾*)(1)
ハイイロミズナギドリ	"	37—58 N 142—00 E	2	小サバ(2)
オオミズナギドリ	"	38—15 N 143—10 E	2	空胃(1), サンマ(復原 26cm 台 1 尾*)(1)
ハイイロミズナギドリ	'59 VI	49—51 N 176—177 W	25	空胃(7), 小石(4), Calanus と小石(1), Calanus(6), Calanus とイカ嘴・小石(6), イカ(1)

* サンマの復原は堀田・相沢 ('61) によつて行つた。

東北海区では調査船上から一般に、又は船でも網を揚げる際にその網をさへに突で釣にかかった海鳥*の胃内容物を調査した結果は第 10 表、種別、海域によつてかなりその食餌が異なっている。又海鳥によつてサマが食害されていることも異な深い。(L23) で述べたオオミズナギドリ(体重 370g) はサマ 1 尾(平均体重 75g) を捕食すると約 5~6 時間は消化餌には見附きもしないから、1 日 1 羽でなくとも 2 尾以上のサマが海鳥によつて消費される計算になるが、海鳥の数からみて、消費量(食害) はかなりの量に達すると思われる。

〔附〕 海鳥標識の採捕記録

アメリカの魚類野生動物局、漁漁管理局 (Fish and Wildlife Service, Bureau of Sport Fisheries and Wildlife) 及び西オーストラリア地域研究所 (Western Australian Regional Laboratory) で海鳥の種識放鳥を行っているが、東北海区でその若干が再捕された。夫々の機関から知らされた再捕海鳥、放鳥・再捕に 関する記 録は附表の通りである。

〔附表〕 海鳥の再捕記録 (東北海区水取取扱分)

標識実施機関	海鳥の種別	標識年月日	放鳥地	再捕年月日	再捕地点	再捕者
Bureau of Sport Fisheries and Wildlife	コイホウドリ	'57 I-28	ミッドウェイ群島	'57 V-2	40—17N 147—12E	第3ハマゼン丸
		'57 III-24	"	'58 VI-2	38—12N 144—12E	福島県 第3清彦丸
		'60 VII-2	"	'61 I-16	33—26N 161—02E	" 第15八竜丸
		'57 IV-25	ハワイ群島	'58 VI-11	38—46N 142—07E	" 第10優栄丸
		'58 V-30	"	'59 VI-28	40—23N 142—35E	宮城県 金栄丸
		'58 V-31	"	'59 I-20	34—40N 142—32E	" モヌアイ丸
		'58 VI-3	ミッドウェイ群島	'58 XII-28	35—15N 145—40E	" 第3ナリヒラ丸
		'58 VI-24	"	'60 VI-25	40—35N 146—40E	" 第13ユキ丸
		'58 VI-26	"	'60 VI-18	38—55N 145—12E	" "
		'58 V-28	ハワイ群島	'60 III-23	32—01N 172—57E	青森県 欣栄丸
Western Australian Regional Laboratory	ハシボソミズナギドリ	'57 VI-3	ミッドウェイ群島	'60 III-27	31—57N 173—08E	" "
		'60 III-17	タスマニア 42—12S 148—16E	'60 VI-1	33—35N 144—37E	

要 約

東北海区のサマ年次漁業・マダロ旋網漁業では、漁場では第 2 に魚群を発見しないばかりで、その際には多くの場合は海鳥の群によつて一応魚群の存在を予想する。海上調査及び航行調査によつて魚群その他水中動物と海鳥群の分布状態の関係を観察した結果は次の通りである。

海上調査

(1) 漁獲魚群の性状を“つきもの”によつて見ると、第 2 図の様な季節変化があつて、サマ年次とマダロ旋網ではその様相を異にしているのは、“つきもの”の呼び方の相違によるものと考えられる。魚群発見の手懸りとしては海鳥群に依存する場合が多く、特に夏季でも 60~70% を占めていた。

(2) 海鳥群の大きさは僅か 3 羽位のものから数百羽に及ぶいわゆる“鳥山”と呼ばれるものであるが、一般には 100 羽以上の大群によつて魚群を発見している。

* 水産庁調査船天鷹丸が 1959 年北洋の鮭漁調査の際採集したものである。当時の参事長飯沼井田太郎氏始め乗組員各位に厚くお礼申し送る。

- (3) 調査船の上甲板や橋頭からこれら海鳥群を発見出来る最大距離は 4 哩と考えられる。
- (4) 海鳥群が追隨している場合としてない場合のカツオ魚群発見の日遷変化は第 4 図で、この両者の相違は主として海鳥の餌の消化時間 (第 5 図) に関連するものと考えられる。

飛行調査

東北海区近海のマグロ旋網漁業の為に昭和 29 年以来、毎年 5 月から 11 月に飛行機を用いて魚群探索に努め、多大の成果を収めて来た。昭和 31~34 年までの延 138 回の詳細な記録図 (第 7 図) に基いて、魚群・海獣群・海鳥群の分布状況及びそれらと海面の状態との関連について調査した。

(1) 各月毎の飛行調査状況からみて、東北近海沿岸水域を北部 (北緯 40° 以北)、中部 (北緯 38°~40°)、南部 (36°~38°) の 3 区域に分けることが出来る。

(2) 飛行機からの目視範囲は飛行高度 400~500m では、普通の飛行調査の出来る天候で、最大距離は 6~7 哩と考えられる。

(3) 3 区域に於ける魚群・海獣群・海鳥群の季節的变化は第 11 図に示され、魚群と海鳥群の変動状態は比較的類似している。

(4) 飛行機から観察される海面の状態は図版 I に示される様に大別され、この様な状態のある場所の周辺は魚群・海獣群・海鳥群多く、漁場としての有効な目印となる。

東北海区に於ける海鳥の内、最も魚群と関連の深いのはミズナギドリ科とカモメ科の鳥である。

参 考 文 献

- DAVIES, D.H. (1955) : The south african pilchard (*Sardinops ocellata*), bird predators, 1953~54. Dept. Commerce and Industries. Div. Fish., Investigational Report, no. 18
- (1956) : The south african pilchard (*Sardinops ocellata*) and maasbanker (*Trachurus trachurus*). bird Predators 1954~55. Ibid, no. 23
- (1960) : The biology of guano producing sea-birds (III) The distribution, abundance and feeding habits of Cormorants *Phalacrocoracidae* off the South west Coast of the Cape Province Ibid, no. 42
- 堀田秀之・相沢幸雄 (1961) : 東北海区に於ける漁期以外のサンマ群の分布と胃内容物にみられるサンマの原形復原について 本誌
- 井上 実 (1959) : まき網漁業の資料より見たカツオ・マグロの生態と漁獲との関係 日本水産学会誌 25 (1)
- 狩谷貞二 (1956) : 魚の餌付に関する問題 水産増殖 4 (2)
- 木村喜之助 (1954) : カツオ群の性状 (第 1 報) 東北水研報告 (3)
- 海洋航空協会 (1959) : 昭和 33 年度漁場調査飛行及び海洋調査飛行記録
- 小林桂助 (1959) : 原色日本鳥類図鑑 保育社
- 小坂正躬 (1934) : 青森県蕨島のウミネコ 主として渡来初の状態 野鳥 1 (6)
- (1935) : 青森県八戸市鮫町蕨島に於けるウミネコの生態 (概説) 鳥 8 (40)
- (1937) : 青森県蕨島に於いて知られたるウミネコの習性 博物学雑誌 35 (60)
- 黒田隆哉 (1958) : マグロ旋網漁況と海況 (予報) 日本水産学会東北支部会報 9 (1・2)
- 黒田長礼 (1933) : 有用・有害・観察 水産動植物図説 大地書院
- MOTODA, S. and FUJII, T. (1956) : Report from the "Oshoro maru" on the oceanographic and biological investigation in the Bering sea and northern north Pacific in the summer of 1956 Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ., 6 (4)
- 西脇昌治 (1958) : 空中よりの鯨の観察 鯨研通信 (77)
- ROYCE, W.F. and OTSU, T. (1955) : Observation of skipjack schools in Hawaiian waters, 1953 Fish and wildlife Service, Special Scientific Report, Fish., no. 147

水産航空株式会社 (1960) : 昭和 34 年度漁場調査飛行及び海洋調査飛行記録

高嶋静男 (1955) : 飛行機と漁業 漁業技術 **1** (1)

富永盛治朗 (1957) : 鯉一習性と漁法 石崎書店

宇田道隆 (1933) : カツオの魚群態と海況 日本水産学会誌 **2** (3)

—— (1960) : 海洋漁場学 厚生閣

内田清之助 (1944) : 鳥類標識法によるウミネコの帰巢性 その他の習性に関する研究 石黒忠篤先生還歴祝賀
記念農政経済論集

山崎幹雄 (1958) : 飛行機からみた魚群 岩手水試気仙分場報 (25)

黒田長久 (1955) : 北洋航海における鳥獣観察 (1954) 鳥獣集報 **17** (2)

—— (1955) : Observation on pelagic birds of the Northwest Pacific Condor **57**

—— (1960) : Analysis of Sea bird distribution in the Northwest Pacific Ocean
Pacific Science **14** (1)

鈴木恒由・佐野典達 (1960) : 石狩川河水によつて湾内にできる潮目について 北大水産学部研究彙報 **11** (3)

図 版 の 説 明

Plate I 飛行機から観察される海面の状態

A, 色の変つた潮目 B, 白泡の潮目 C, 波立つ潮目 D, スリック (Slick)

Plate II 1. マッコウクジラ群

2. 潜没群

3. サバの潜没群 (白波を立てているのはイルカ群)

Plate III 1. カツオのハネ群 (白く輝くのは水しぶき, 魚体が下縁に認められる)

2. マグロ群と海鳥群 (黒い点々がマグロ, 海面の白い所は水しぶきと海鳥)

3. プリ群と海鳥群 (魚体がよくみえる, 海鳥が所々 みられる)

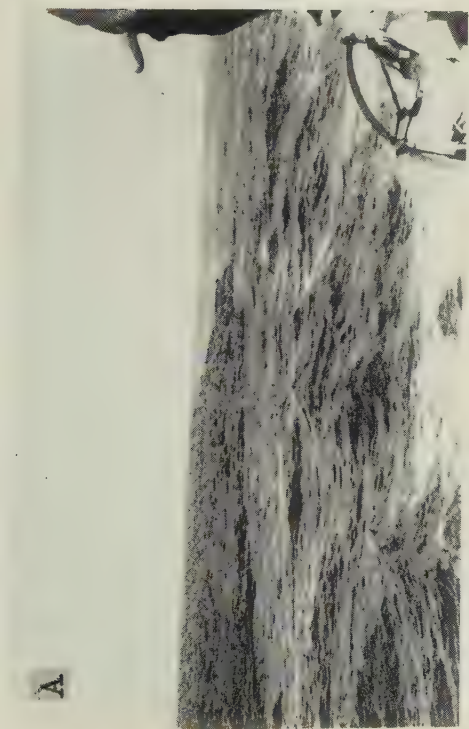
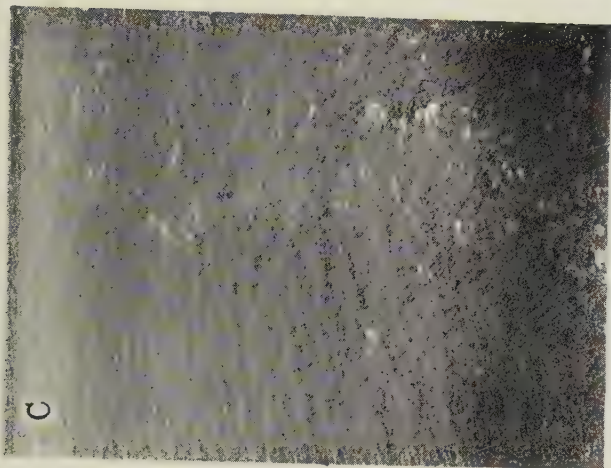


Plate II

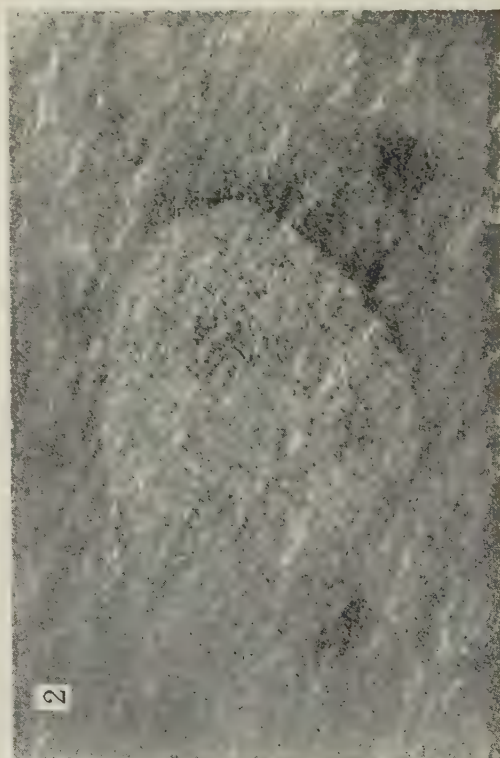
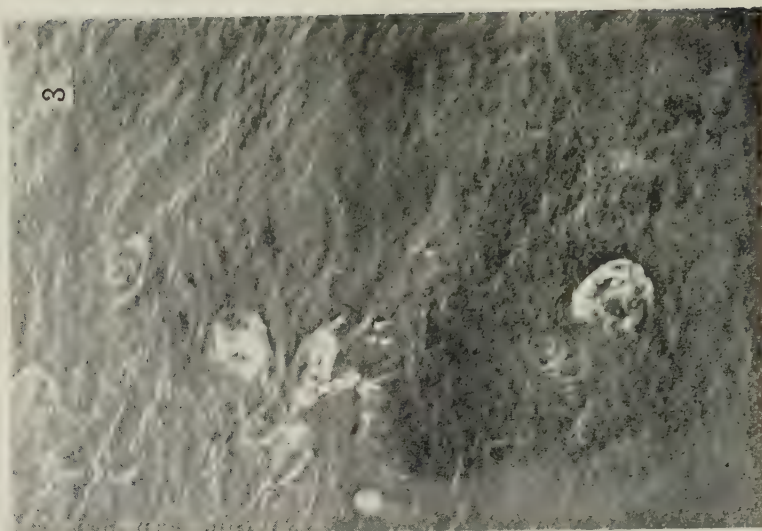
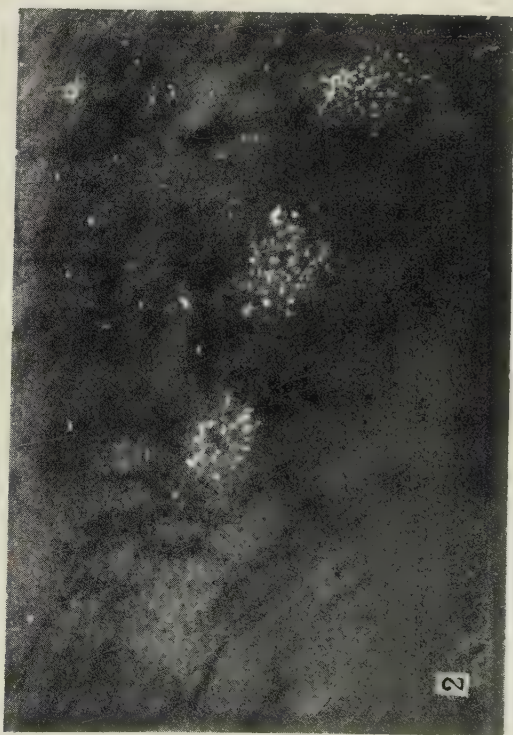
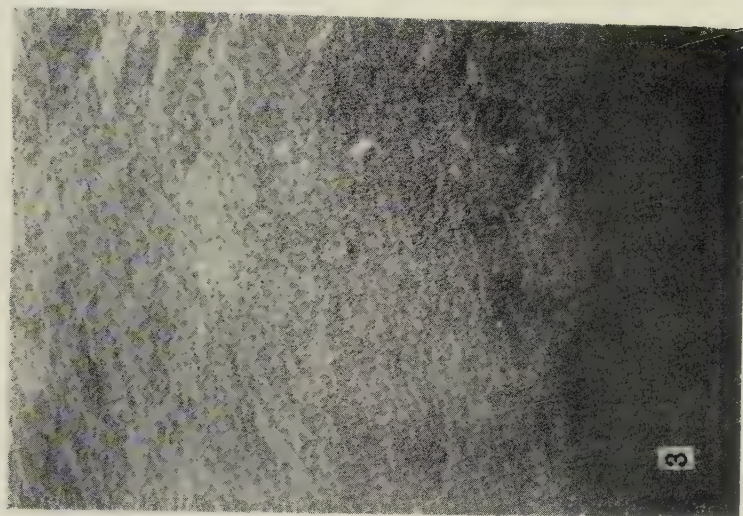


Plate III



東北海区に分布する魚類の生態と東北海区の 漁場構造についての研究[※] (予報)

川 崎 健
永 沼 璋

AN ECOLOGICAL STUDY OF FISHES TAKEN IN THE TOHOKU SEA AREA AND THE FISHING GROUND STRUCTURE IN THE SAME AREA. (PRELIMINARY REPORT)

By

Tsuyoshi KAWASAKI and Akira NAGANUMA

1. Using the data of August, 1952 and June, 1959, the distribution of fishes and the surface temperature when they were captured were examined for three species of *Lamnina*, two of *Xiphiidae*, and the skipjack.

2. Salmon shark and mackerel shark prefer low temperature and high temperature respectively, and the great blue shark is an eurythermal species. Further, the swordfish and the striped marlin are distributed in the colder side and the warmer side respectively.

3. As the result of the research on the relation between ten piscivorous species and oceanographic structure, we can say that the most valuable area for them is the boundary area between the cold and the warm water, followed by the warm water mass, and the cold water mass is scarcely utilized by these piscivores. On the other hand, the distribution of the zooplankton quantity is not in the order above mentioned, and this indicates that the productivity on the low trophic level cannot be directly combined with the productivity on the high level.

ま え が き

本報告においては、東北海区で漁獲される色々な魚種の生態（環境条件・食性その他）を研究し、更にこれらの魚種間の関係を吟味し、更に進んで東北海区という極前線帯を、全体として魚類がどのように利用しているかについて考察する。従つて、例えば漁獲魚の胃内容物についても、単にそれを食物として見るのではなく、東北海区の魚類相を知を手懸りとして見て行くわけである。

この研究の対象となる漁獲物は、カツオ竿釣漁業・延縄漁業・マグロ旋網漁業および突棒漁業の漁獲物である。これらの漁船は東北海区に広く出動して漁撈を行つている。沿岸近々数哩乃至十数哩で行う、いわゆる沿岸漁業の漁獲物（イワシ類、サバ類、ブリ、マアジ、鮭鱒、イカ類等）は考察の対象としなかつた。何故ならば、沿岸水域についての研究は、広い外洋水域と異つた問題の処理の仕方を必要とするからである。

この研究で取扱う魚種はかなりの程度に漁獲されるもので、以下の10種を撰んだ（分類は松原¹⁾に従つた）。

※ 東北海区水産研究所業績 第168号

クロマグロ <i>Thunnus thynnus</i>	}	マグロ亜科 <i>Thunninae</i>	}	サバ科 <i>Scombridae</i>
ビンナガ <i>Thunnus alalunga</i>				
メバチ <i>Parathunnus obesus</i>				
キハダ <i>Neothunnus albacora</i>				
カツオ <i>Katsuwonus pelamis</i>		カツオ亜科 <i>Katsuwoninae</i>	}	カジキ上科 <i>Xiphiidae</i>
メカジキ <i>Xiphias gladius</i>		メカジキ科 <i>Xiphiidae</i>		
マカジキ <i>Makaira mitsukurii</i>		マカジキ科 <i>Histiophoridae</i>		
ヨシキリザメ <i>Glyphis glaucus</i> ...		メジロザメ科 <i>Carcharhinidae</i>		
ネズミザメ <i>Lamna ditropis</i>	}	ネズミザメ科 <i>Lamnidae</i>	}	ネズミザメ亜目 <i>Lamnina</i>
アオザメ <i>Isurus glaucus</i>				

以上の魚種のうち、カツオ・マグロ類についてはすでに詳しく考察してあるので(川崎²⁾³⁾、本報告ではカジキ類・サメ類に重点を置きながら議論を進めて行きたい。

筆者はカツオ・マグロ類の生態の比較を行つた際に、各魚種の生態とその分類上の位置との間に深い関連性があることを示した。従つて本報告の構成もまず類縁関係の近いものどうしの比較から始まり、次第に全体的な関係の考察に移るようにする。

以上の10種は、食性段階がもつとも高く、その食物は主として又はかなりの程度魚類およびイカ類に依存して居り、又天敵をあまり持たないのがその共通点である。東北海区では、沿岸水域を除いては、秋のサンマ漁業の他には、被食性魚類およびイカ類を対象とする漁業は存在しない。従つてこれらの動物については、漁獲物の胃内容物の調査から推定が行われるのであるが、それは第1報以下にゆずることとする。

資 料 と 方 法

本報告で用いた漁獲に関する資料は、東北水研が各魚市場で収集した漁況報告書である。この報告書には漁獲に関する詳しい記録が載っているが、本報告で使用したのは、その中の漁獲位置と漁獲水温である。海洋構造に関する資料としては、各官公庁で実施した海洋観測の記録を用いた。

筆者は、これらの資料を用いて、海図上に各魚種の漁獲位置と100m層等温線を記入し、分布と海洋構造とを関係を調べ、又各魚種の漁獲水温を比較することによつて、水温に対する適応性について検討した。

尚、海洋構造に関する用語については、川合⁴⁾⁵⁾に従つた。

分 布 と 海 洋 構 造

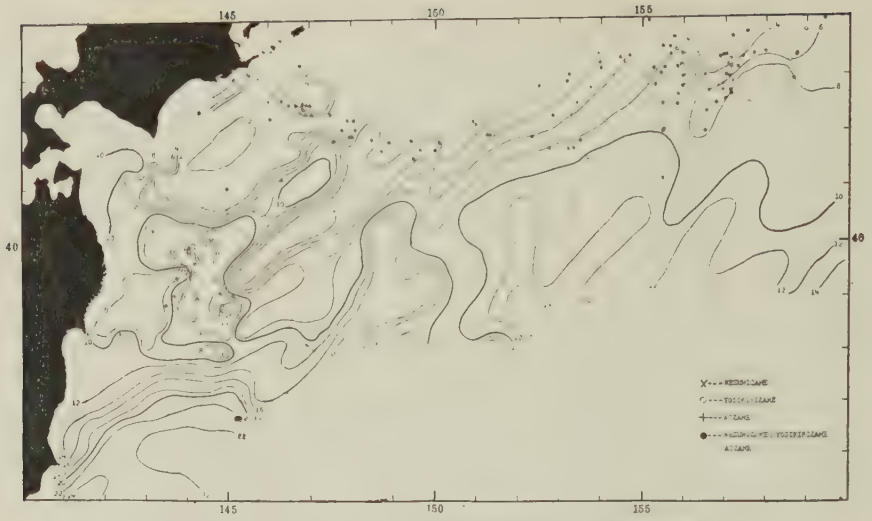
以下に2例を示す。

(例1) 1952年8月

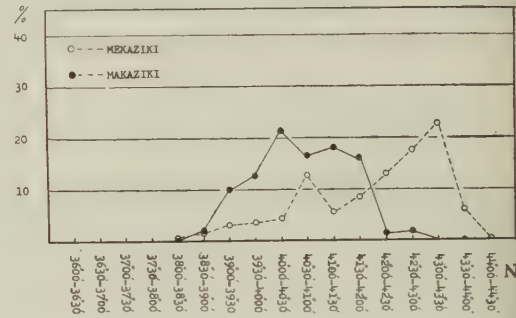
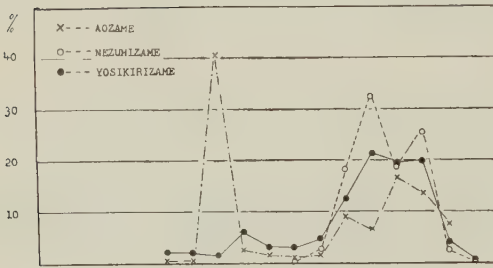
第1図にサメ類の漁獲位置と100m層等温線を示す。漁場は三陸沖の暖水塊内部と北海道東方の親潮前線域に形成されている。各魚種の分布をみると、ネズミザメは親潮前線域に限られているが、ヨシキリザメおよびアオザメの分布は広い。漁獲尾数の南北の分布をみると(第2図)、アオザメの方が重心が南偏している。従つて、この3種を較べると、ネズミザメが北方性でアオザメが南方性であり、ヨシキリザメは両者の中間であるということが出来る。

第3図に、カジキ類の漁獲位置と100m層等温線を示す。メカジキの漁場は、三陸沖の暖水塊内部と北海道東方の親潮前線域および北海道南東岸から三陸沿いに南下する親潮第1分枝内に形成されている。ところがメカジキの漁獲は専ら暖水塊内部で行われていて、他の水域での漁獲は極めて少ない。

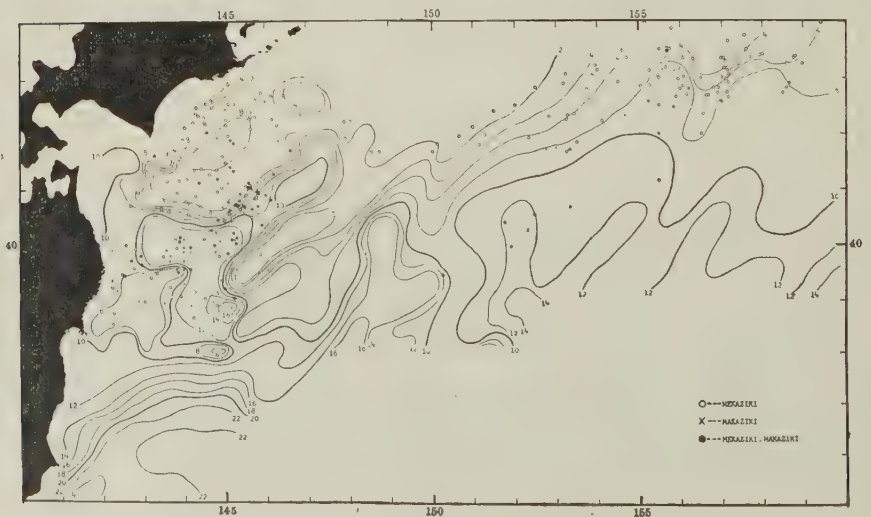
マグロ類については既に報告してあるが(川崎³⁾)、メバチとクロマグロの延縄漁場が三陸沖の暖水塊内部に形成されている。



第1図 1952年8月のサメ類の漁獲位置と100m層等温線



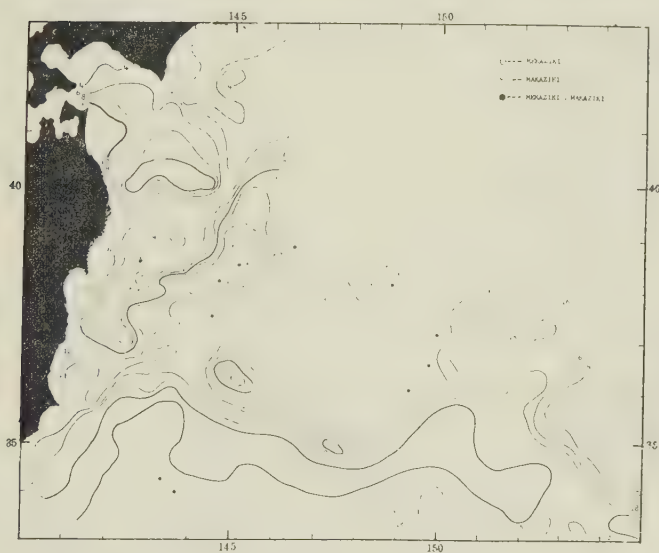
第2図 1952年8月のサメ類・カジキ類の漁獲尾数の南北の分布



第3図 1952年8月のカジキ類の漁獲位置と100m層等温線



第 4 図 1959 年 6 月のサメ類の漁獲位置と 100m 層等温線

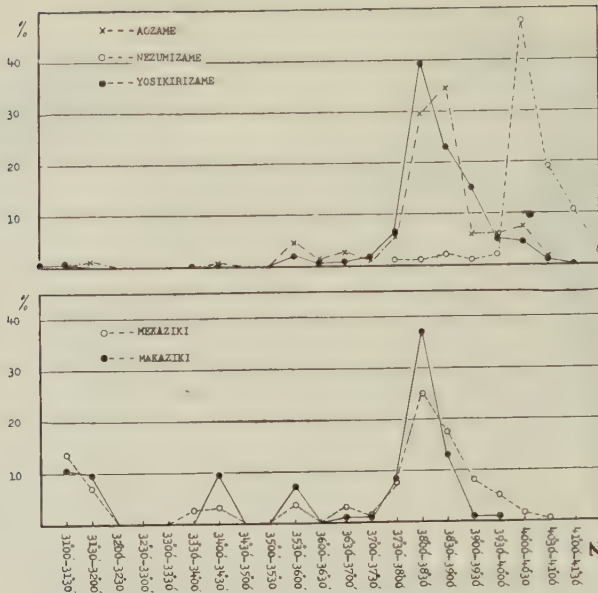


第 5 図 1959 年 6 月のカジキ類の漁獲位置と 100m 層等温線

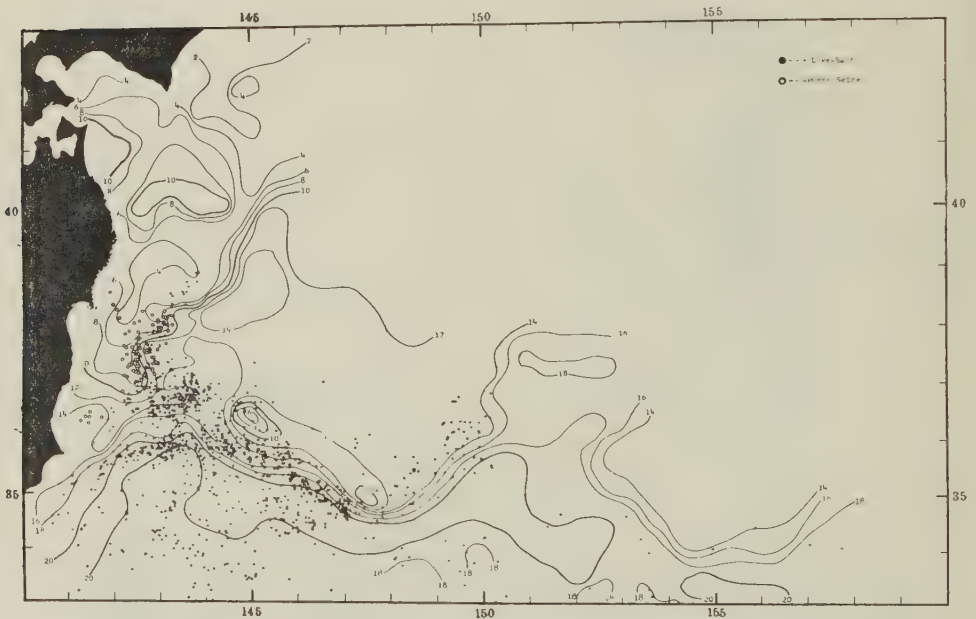
1952 年 8 月のカツオ漁場は「東北海区水産研究所、海洋資源年報、昭和 27 年度、第 2 部、カツオ資源篇」の図 16 に示されている。漁場はおおむね $37^{\circ}30'N$, $142^{\circ}E$; $40^{\circ}N$, $146^{\circ}E$; $40^{\circ}N$, $155^{\circ}E$ を結ぶ線と $37^{\circ}30'N$ 線に挟まれる水域である。

(例 2) 1959 年 6 月

第 4 図に、サメ類の漁獲位置と 100m 層等温線を示す。ネズミザメの分布は主として $40^{\circ}N$ 以北の津軽暖流水域、アオサメは金華山沖の暖水塊内部から 2 次的黒潮前線にかけての水域であり、ヨシキリザメは、この



第 6 図 1959 年 6 月のサメ類・カジキ類の漁獲尾数の南北の分布



第 7 図 1959 年 6 月のカツオの漁獲位置と 100m 層等温線

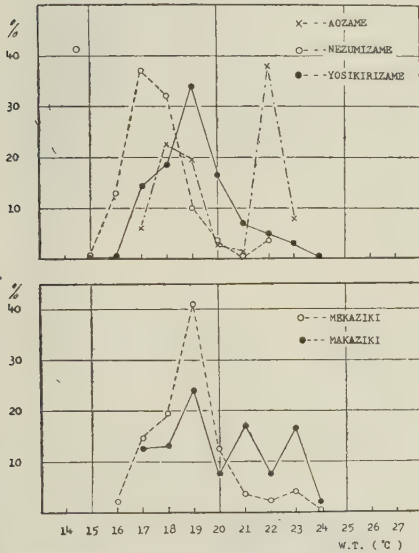
両者にまたがつている。この場合には例 1 の場合よりも明瞭に、3 種の間の関係を示している。

第 5 図に、カジキ類の漁獲位置と 100m 層等温線を示す。漁場は主として金華山沖暖水塊の内部であり、又メカジキとマカジキとはほとんど重なっているが、漁獲尾数の南北の分布をみれば判るように(第 6 図)、メカジキはマカジキよりも北まで分布している。

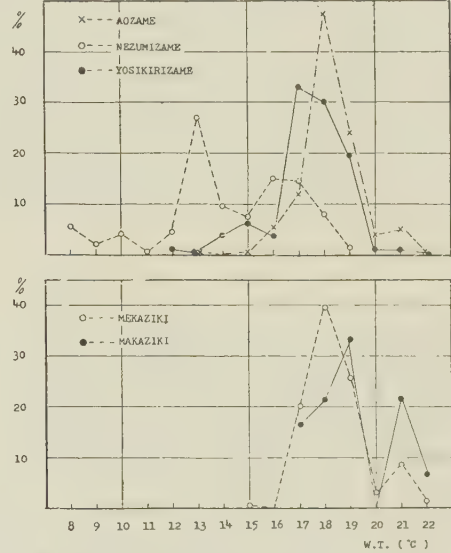
マグロ類について言えば、すでに報告されているように(川崎³⁾)、ピンナガは野島崎沖の袋状の暖水塊内

に、クロマグロは 2 次的黒潮前線上と金華山沖の暖水塊の内部に、メバチは野島崎沖の暖水塊内と金華山沖の暖水塊内に、キハダは主として 2 次的黒潮前線上に、夫々分布している。

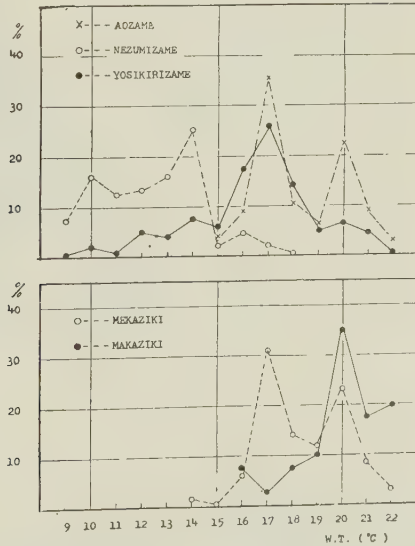
第 7 図にカツオの漁獲位置と 100m 層等温線を示す。カツオ漁場は主黒潮前線上と 2 次的黒潮前線上に形成されている。このことは、北上して来たカツオが先ず主黒潮前線上に集まり、次に 2 次的黒潮前線沿いに混合水域に入っていくことを示している*。又この図はカツオが潮境性の強い魚種であることを示している。



第 8 図 1952 年 8 月のサメ類・カジキ類の水温別の漁獲尾数



第 9 図 1959 年 6 月のサメ類・カジキ類の水温別の漁獲尾数



第 10 図 1952 年 5 月のサメ類・カジキ類の水温別の漁獲尾数

* 時間間隔を小さくして、漁獲位置をプロットし、その推移をみるとこのことは明確である。

各魚種の漁獲水温

先ず前項と合せて、1952 年 8 月と 1959 年 6 月の場合について考察する。第 8 図に、1952 年 8 月の、ネズミザメ・ヨシキリザメ・アオザメとメカジキ・マカジキの 5 種類の水温別の漁獲尾数の百分率を示した。先ずサメ類についてみると、明らかにネズミザメは低温側、アオザメは高温側に分布し、ヨシキリザメはその中間で、しかも水温の範囲が広い。カジキ類ではメカジキが低温側、マカジキが高温側に分布している。以上のことは、前項で述べた分布の模様とよく対応している。又このような事情は、1959 年 6 月の場合にも同様である（第 9 図）。

以上のことを更にはつきり示すために、第 10 図に 1952 年 5 月の場合を示した。この場合はこれらの魚種間の関係を示す典型的な例であつて、水温 15°C を境にして、ネズミザメは低温側にアオザメは高温側に分布し、又ヨシキリザメはそれらの全水温範囲をおおっている。メカジキ類は全体として高温側に分布しているが、メカジキはより低温側、マカジキはより高温側に分布している。

考 察

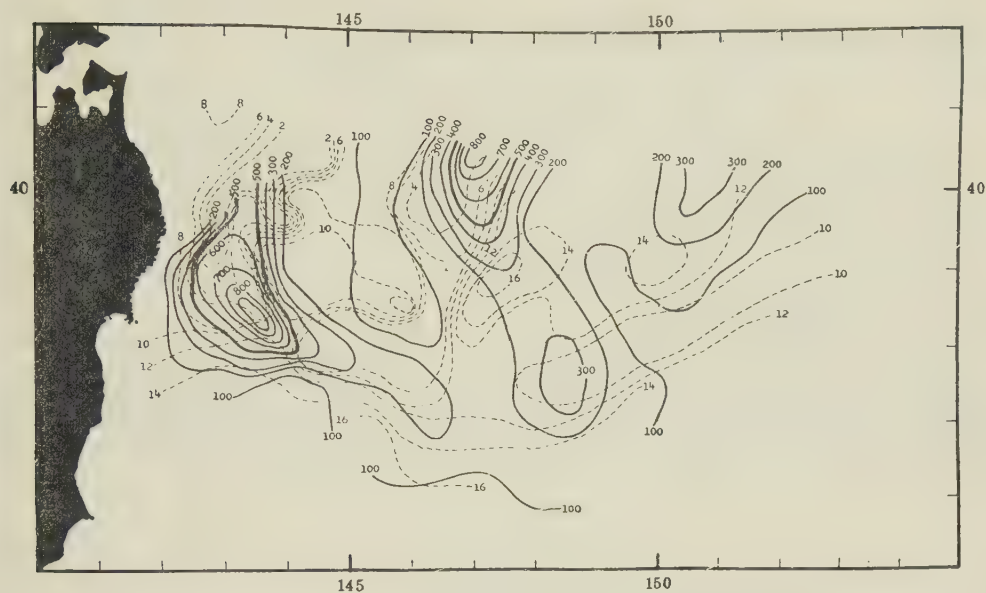
ここで以上述べて来たことを総括的に考察すると、先ず第一に指摘出来ることは近縁魚種間のすみ分けである。すなわちサメ類 3 種では、ネズミザメが低温性、アオザメが高温性であるが、ヨシキリザメは eurythermal であつて、前 2 者の水温領域に広くまたがつている。ここで興味深いのは、この 3 者の分類上の位置である。ネズミザメとアオザメは同じネズミザメ科に属しているが、前者は低温側、後者は高温側に分布して生活の場をすみ分けている。一方ヨシキリザメはメジロザメ科に属し、前 2 者とは類縁は遠いが、棲息環境は両者にまたがつている。この関係は、カツオ・マグロ類におけるマグロ亜科とカツオ亜科の關係に似ているのであつて（川崎³⁾）、この場合にはマグロ亜科に属する 4 種は生活の場をすみ分けているが、カツオ亜科に属するカツオが、マグロ類 4 種の全生活領域にまたがつているのである。このサメ類の場合も、このような“類縁關係の近いものの間で環境を明確にすみ分け、遠くなると 2 次的な重なり合いが生じてくる”場合の 1 例であろう。又カジキ類 2 種も同様にして、低温側と高温側にすみ分けている。

次に、東北海区で主に漁獲される魚食性魚類 10 種が、全体としてどのように環境を利用しているかについて考えてみよう。これまでに述べた例からまとめてみると、マグロ類の 4 種が海洋構造にもつとも明確に対応した形で分布しており、ピンナガ・メバチは暖水塊内部に分布し、クロマグロ・キハダは主として、近海の前線上に分布している。カツオは分布が広く、暖水域全体に拡がつているが、例えば第 7 図に示すように、その中でも潮境域に多く分布する。

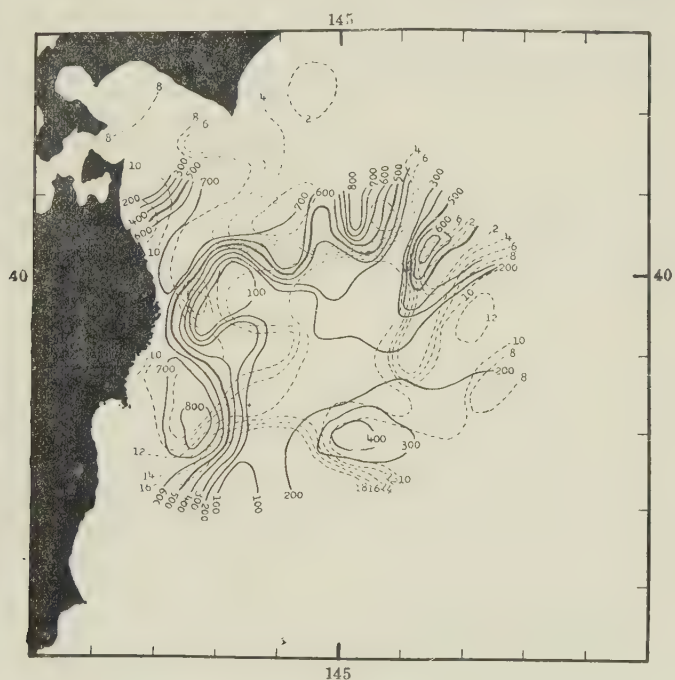
上述の 2 例について云うと、ネズミザメは親潮前線から津軽暖流水域にかけて、又アオザメは黒潮系の暖水塊から潮境域にかけて分布し、ヨシキリザメはこの両方にまたがつている。一方マカジキの分布は主として暖水塊内部であるが、メカジキは暖水塊から親潮前線域、更には親潮第一分枝内に及んでいる。

以上の点を総括してみると、東北海区の海洋構造と魚食性魚類の分布とその關係について、一つの結論に達することが出来る。すなわち東北海区でこれらの魚種によつてもつとも利用されているのは潮境水域であり、次に利用されているのは暖水塊内部であつて、冷水塊内はあまり利用されていない。もつとも種々の理由から、冷水塊内に大量に分布している魚食性魚類を漁獲していないのが現状かも知れないのであるから、この結論は現在の段階での一つの結論である。しかしながらこの結論に合致する事実は他の場合にも指摘出来るのであつて、例えば紀南水域の冷水塊内部では漁業は全く行われていない。

ここで興味深いのは、水域の生産性と魚食性魚類の分布との關係である。第 11 図に、1952 年 6 月・7 月の 100m 層等温線と動物性プランクトンの等量線を重ねて示したが、これから冷水塊内部で動物性プランクトンがもつとも多く、潮境水域が之に次ぎ、暖水塊内部でもつとも少ないことが判るのであつて、魚食性魚類の分布とは、対応していない。このことは、低次の生産性が高次の生産性と直接は結び付かないことを示してい



第 11 図 A 1952 年 6 月の動物プランクトンの等量線 (⊙ ネットを 150m 層より表面迄垂直に曳上げて採集した動物プランクトンの個体数: 実線と 100m 層等温線: 破線)



第 11 図 B 1952 年 7 月の動物プランクトンの等量線 (⊙ ネットを 150m 層より表面迄垂直に曳上げて採集した動物プランクトンの個体数: 実線と 100m 層等温線: 破線)

るのであつて、生物的生産の機巧を、具体的に解明することの必要性を、我々に教えている。

稿を終るに当り、種々御指導をいただいた本所長木村博士に厚く感謝する。

要 約

1. 1952 年 8 月と 1959 年 6 月の資料を用いて、東北海区における サメ類 3 種・カジキ類 2 種・カツオの分布と漁獲水温について検討した。

2. ネズミザメは低温性、アオザメは高温性であり、ヨシキリザメは eurythermal である。又メカジキは低温側、マカジキは高温側に分布している。

3. 魚食性魚類 10 種の分布と海洋構造との関係をみると、これらの魚種によつて もつとも利用されているのは潮境水域であり、次に利用されているのは暖水塊内部であつて、冷水塊内はあまり利用されていない。一方動物性プランクトンは冷水塊内にもつとも多く分布しており、このことは低次の生産性が高次の生産性と直接には結び付かないことを示している。

文 献

- 1) 松原喜代松 (1955) : 魚類の形態と検索, 東京, 石崎書店.
- 2) KAWASAKI, T. : Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., 12 (1958)
- 3) 川崎 健 : 東北水研報告, 16 (1960)
- 4) 川合英夫 : 東北水研報告, 5 (1955)
- 5) 川合英夫 : 東北水研報告, 13 (1959)

東北海区におけるハダカイワシ科魚類の研究[※]

I. 種 類 と 分 布

小 川 達

STUDY ON THE FISHES OF THE FAMILY MYCTOPHIDAE IN THE NORTH-EASTERN SEA AREA ALONG THE PACIFIC COAST OF JAPAN

Part I. Species and Distribution

By

Tōru OGAWA

This report treats the lantern fishes of the family *Myctophidae*, which were collected with the surficial larva net in the North-eastern Sea Area along the Pacific Coast of Japan. The number of specimens amounted about 8,000 individuals for 12 years, 1949 to 1960.

1) The main species among the collection were ara-hadaka *Myctophum asperum*, susuki-hadaka *Myctophum affine*, naga-hadaka *Myctophum californiense*, Tarletonbeania sp., magari-hadaka *Myctophum evermanni*, buta-hadaka *Centobranchus nigro-ocellatus*, gokō-hadaka *Ceratoscopelus townsendi*, and usu-hadaka *Myctophum orientale*.

2) Ara-hadaka occupied 45.0 percent and susuki-hadaka 42.6 percent in the total number of all species and these were the most abundant in this region.

3) The collection of these species were made twice a year, in early summer and fall.

4) The largest number of them were captured in the near sea shore of Jōban and Sanriku but naga-hadaka was abundantly caught in the area and its vicinity 400 miles off Hokkaido in August. Buta-hadaka and naga-hadaka, however, were not caught in the area which is situated north of latitude 41°N.

ハダカイワシ科魚類は世界で 2 亜科 24 属が知られており、この中我国近海に産するものは 13 属 36 種と言われる (松原 1955)。これらの魚は或種を除いて全て体表面に数個以上の発光器 Photophores organ をもち、一般に深層性の魚類と考えられている。

多くの種類では昼夜によつて鉛直運動を行い、夜間は海の表面に浮上して跳躍するのがみられる。又或種では底曳網漁獲物の中に発見されるが、一般に直接漁業の対象となつていないので、これらについての詳細な研究は極く少ない。併し海洋調査の際各種曳網では夜間普通に採集される魚種であり、長層曳網魚網でも屢々大量に採捕される場合もある。

又この魚は直接我々が利用することはないが、大型魚類 (鮭鱒類・タラ等の底魚類・カツオマグロ類) 或は海獣類 (鯨・オットセイ等) の食餌としてそれらの胃内容物中から発見され、オットセイは数百個体も食つていることも稀ではない (水産庁 1954)。従つてハダカイワシ類の研究はこれら重要魚族の餌料資源として極めて重要な意義をもつものと考えられる。

この報告は 1949 年から 1960 年の 12 ケ年間、東北海区において 各種海洋漁場調査の際、表層曳 稚魚網 (5 分間曳網) によつて採集されたハダカイワシ類約 8,000 個体について検討したものである。

本調査は水産庁調査船と各県指導船によつて行われた。各航海に乗船採集に当られた本所資源部各位と乗組員の方々の労苦には深く敬意を表するものである。

又この報告を発表するに当り御指導を戴いた本所々長木村喜之助博士、並びに 東海区水研阿部宗明博士に深く感謝する。又筆者が病氣入院中の為、本報文の取纏め、挿入図の作製等について本所 小達繁枝官の多大な御尽力を煩わし、又 1958 年以降の採集物に関しては、小達技官の分類・査定の資料を ここへ一緒に纏めて発表させていただいた。この点は特に厚く御礼申上げる。

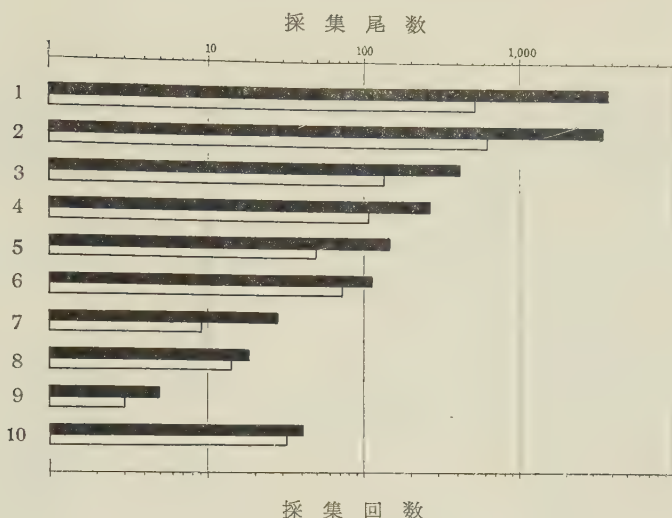
I 種 類

東北海区におけるハダカイワシ科魚類の分布についてはあまり知られていないが、Mead 等 (1953) はオットセイ調査の際、4 月・5 月に岩手県御前崎沖で Isaacs-kidd 型ビームトロールを使用して各種の深さで採集し、その結果次の 12 種がこの水域で発見された。即ち トンガリハダカ属 (*Lampanyctus leucopsarus*, *L. festivus*, マメハダカ *L. jordani*)、ゴコウハダカ *Ceratoscopelus townsendi*, ススキハダカ属 (ナガハダカ *Myctophum californiense*, アラハダカ *M. asperum*, ススキハダカ *M. affine*), *Tarletonbeania taylori*, オオクチワシ属 (*Notoscopelus japonicum*, *N. resplendens*), ハダカイワシ属 (コビトハダカ *Diaphus nanus*, ヒロハダカ *D. latus*) 等である。

今回採集された種類は不明のものを除いて 8 属 11 種である (第 1 表)。何れも松原 (1955) に従つて分類した。

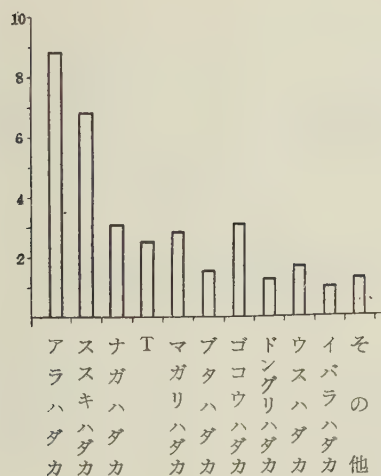
第 1 表 出現種名表

Hygophum (TANING) BOLIN	ドングリハダカ属
Hygophum reinhardtii (LÜTKEN)	ドングリハダカ
Myctophum RAFINESQUE	ススキハダカ属
Myctophum californiense EIGENMANN et EIGENMANN	ナガハダカ
Myctophum evermanni GILBERT	マガリハダカ
Myctophum affine (LÜTKEN)	ススキハダカ
Myctophum spinosum (STEINDACHNER)	イバラハダカ
Myctophum asperum RICHARDSON	アラハダカ
Myctophum orientale (GILBERT)	ウスハダカ
Centrobranchus FOWLER	ブタハダカ属
Centrobranchus nigro-ocellatus (GÜNTHER)	ブタハダカ
Tarletonbeania EIGENMANN et EIGENMANN	
Tarletonbeania sp.	
Diaphus EIGENMANN et EIGENMANN	ハダカイワシ属
Diaphus spp.	種名不詳
Lampanyctus BONAPARTE	トンガリハダカ属
Lampanyctus sp.	種名不詳
Ceratoscopelus GÜNTHER	ゴコウハダカ属
Ceratoscopelus townsendi (EIGENMANN et EIGENMANN)	ゴコウハダカ
Notoscopelus GÜNTHER	オオクチワシ属
Notoscopelus elongatus (COSTA)	オオクチワシ
Notoscopelus sp.	種名不詳
Myctophidae gen. spp.	その他



第 1 図 種類別採集尾数・採集回数 (1949~1960 年)

1	アラハダカ	<i>Myctophum asperum</i> RICHARDSON
2	ススキハダカ	<i>Myctophum affine</i> (LÜTKEN)
3	ナガハダカ	<i>Myctophum californiense</i> (EIGENMANN et EIGENMANN)
4	T.	<i>Tarletonbeania</i> Sp.
5	マガリハダカ	<i>Myctophum evermanni</i> GILBERT
6	ブタハダカ	<i>Centrobranchus nigro-ocellatus</i> (GÜNTHER)
7	ゴコウハダカ	<i>Ceratoscopelus townsendi</i> (EIGENMANN et EIGENMANN)
8	ドングリハダカ	<i>Hygophum reinhardti</i> (LÜTKEN)
9	ウスハダカ	<i>Myctophum orientale</i> (GILBERT)
10	その他	Others



第2図 種別平均採集尾数

第1図はこれら採集種類を採集尾数の多い順に、1949年から1960年間の総採集尾数及び総採集回数*を示した。最も多かつたのはアラハダカで、総数3,718尾、ススキハダカも3,514尾で、略々同じ位であり、両者は夫々全体の45.0%と42.6%で、全採集数の大部分を占めている。次にナガハダカ、Tarletonbeania、マガリハダカ、ブタハダカ等が多い方で、この3種を合計すると全体の10%程度になる。その他の種類は極く稀にしか採集されていない。

1 網当り平均採集尾数(第2図)においても採集数の多かつたアラハダカ、ススキハダカは夫々 8.9 尾、6.8 尾、その他のものは 1~3 尾に過ぎない。

これらの出現種と前記 Mead 等の採集種類とを比較すると若干の相違が見られ、特にトンガリハダカ属及びハダカイワシ属のものは非常に少なかった。これは採集方法の差異に起因するものと思われ、これらの種類は夜間でも海面に浮上することが少ないものと考えられる。

* 採集回数とはその魚種が1尾以上採集された場合を数えたもの。

II 分 布

東北海区における稚魚網の調査は春から秋にかけての期間に集中し、冬季 12~3 月までの期間は殆んど行われていない。従つて時期的に調査の偏りは免れないが、第 3 図に各月毎に主要魚種の採集数を示す。図示した 4 種類では一般に初夏の候と、秋の 2 回採集の山が認められる。即ちアラハダカでは 6~8 月が殆んど同数で最も多いが、ススキハダカは 7 月・8 月は略々同じ位で 11 月に最も多い。又ナガハダカは 8 月に最も多く、その前後とも少ないが、Tarletonbeania は 6 月に稍々多く、秋には更に多く、11 月に峯を持つている。その他の種類では調査の行われた期間の春から秋まで、小数ではあるが略々全期に亘つて採集されている。特にマガリハダカとブタハダカは 11 月に多く、1 月にも採集されているのが注目される。

主要な各種類毎にその地理的分布について述べると次の通りである。

1) アラハダカ *Myctophum asperum* (第 4 図)

4 月には既に本海区の南部近海(常磐近海)で採集され始め、5 月には相当多くなる(常磐沖合約 250 哩以内)。6 月・7 月も分布の中心は略々同じであるが、銚子沖では 500 哩も沖合で密集して採集された点がある。8 月には東北海区の略々全域に亘つて調査が行われたが、常磐から北海道へかけての近海から沖合まで広範囲に本種の分布が認められる。9 月は採集量は少ないが、全域に亘っている。10 月には再び三陸近海で多くなり、11 月になると常磐近海の黒潮前線周辺の潮境に密に分布している。

2) ススキハダカ *Myctophum affine* (第 5 図)

4 月・5 月は前種と比較して少々少ないが、やはり常磐水域が中心で、6 月には沖合でも少数ではあるが採集されている。7 月は常磐から三陸近海の略々 300 哩以内で非常に密に分布している。8 月になると分布の中心が稍々沖合へ移り、アラハダカの場合と同様東北海区全域に亘つて採集されている。9 月は広範ではあるが数量は少ない。10 月になると再び三陸近海に密集する様になり、11 月は常磐近海で非常に多い。11 月の密集度はアラハダカの場合よりも密である。

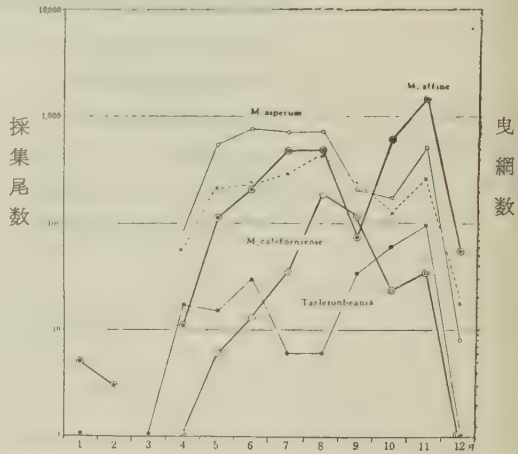
これら両種とも初夏の候と秋季の 2 期に多く採集されるのであるが、採集点は常磐近海から三陸近海へかけての水域が中心である。これは黒潮前線の発達と関連して、この潮境周辺に密集するものと思われる。

3) ナガハダカ *Myctophum californiense* (第 6 図)

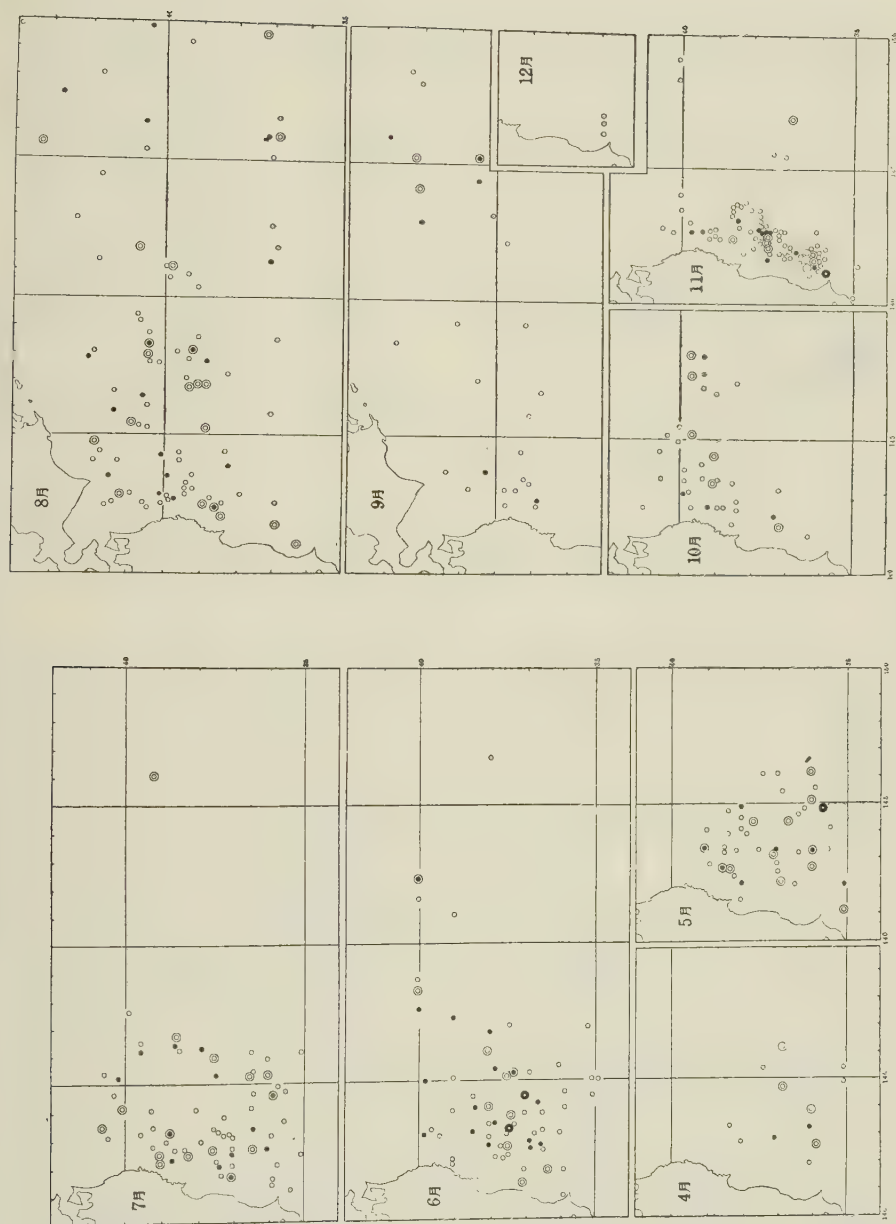
4 月から採集されているが、7 月になると三陸北部近海で稍々多くなっている。8 月には北海道南部沖合に分布の中心がみられ、更に 9 月になると 400~600 哩沖合で数点密集して採集された。10 月・11 月は三陸・常磐近海に移るが、前 2 種と比較してこの時期の採集量は極めて少ない。又、アラハダカ及びススキハダカの採集量の少ない 8 月・9 月に北海道近海と沖合で採集されているのが特徴である。

4) マガリハダカ *Myctophum evermanni* (第 7 図 A)

10 月と 11 月に三陸から常磐近海へかけて多いが、全時期を通じて 1~2 尾採集される場合が多く、銚子近海で 33 尾採集されたのが最大であつた。尚冬季 1 月・2 月かなり南方で採集されている。



第 3 図 種類別・月別採集数 (1949~1960年)
---x--- 夜間曳網数

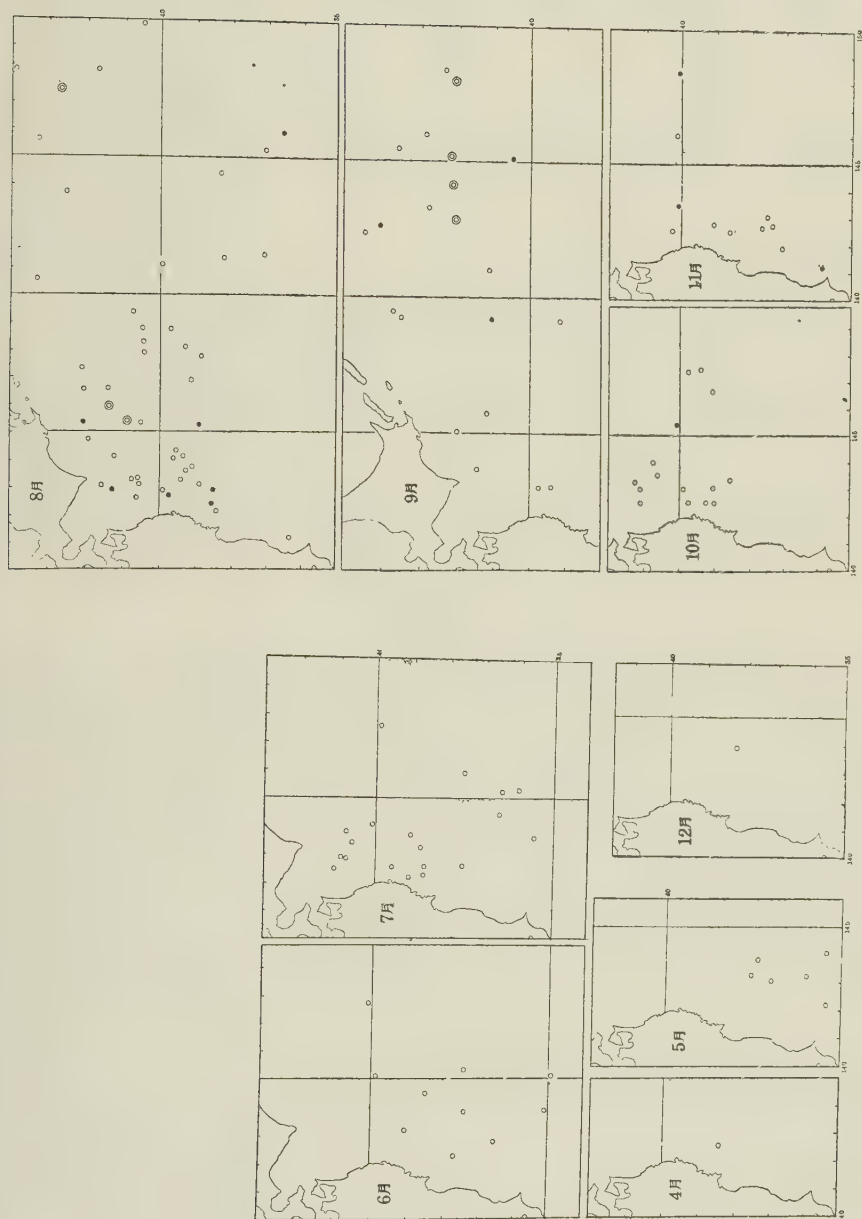


第4図 アラハダカ *Myctophum asperum* の分布 (1949~1960年)

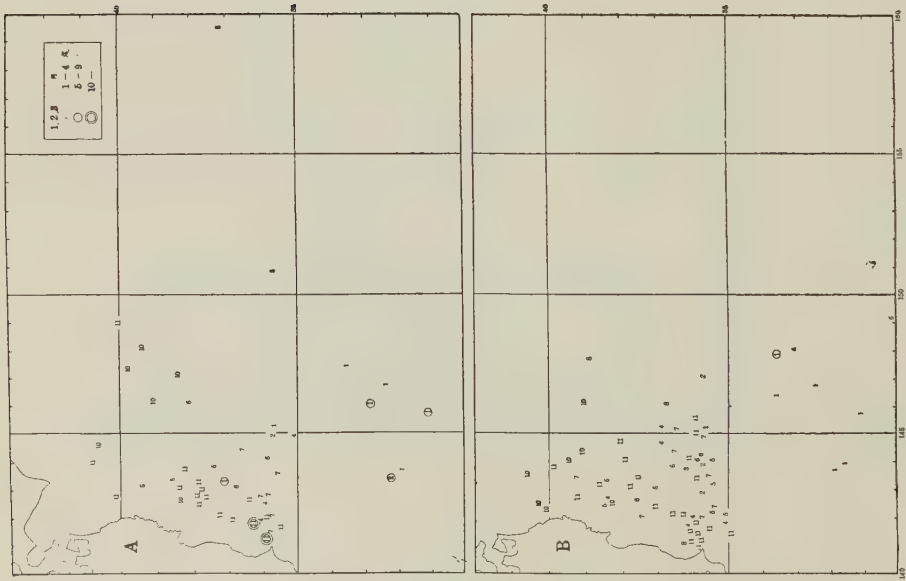
(採集数の記号別は第5図参照)



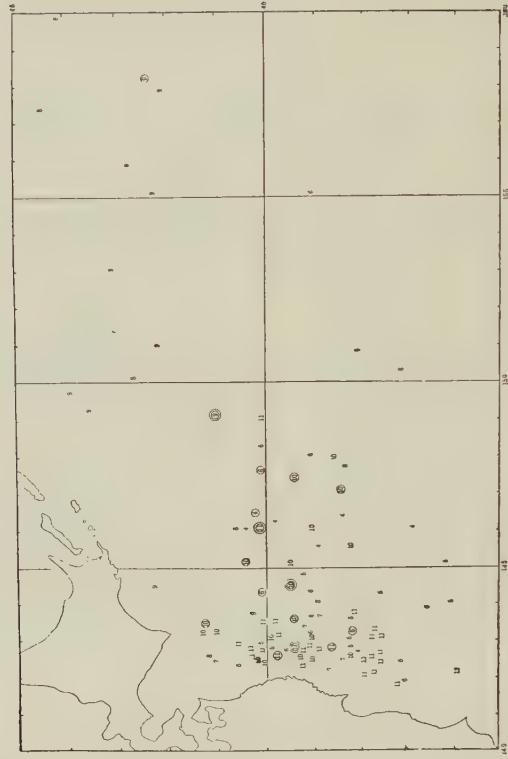
第 5 図 ススキハダカ *Myctophum affine* の分布 (1949~1960 年)



第 6 図 ナガハダカ *Myctophum californiense* の分布 (1949~1950 年)



第 7 図 A マガリハダカ *Myctophum evermanni* の分布 (1949~1960 年)
B ブタハダカ *Centrobranchus nigro-ocellatus* の分布 (1949~1960 年)



第 8 図 *Tarletonbeania* sp. の分布 (1949~1960 年)
数字は採集した月で 1~4 尾, ○ 5~9 尾, ◎ 10 尾以上

5) **ブタハダカ** *Centrobranchus nigro-ocellatus* (第 7 図 B)

マガリハダカと同様、10 月・11 月に三陸から常磐近海へかけては比較的多いが、1 網で 1~2 尾程度が大部分で、最多は 1 網 9 尾であった。又前種と同様、1 月に南方水域で比較的多く、東経 150° より沖合では採集されていない。

6) **Tarletonbeania sp.** (第 8 図)

3 月から三陸近海で採集され始め、5~7 月は主として三陸近海であるが、9 月には北海道のかなり沖合で採集されている。併し 10 月・11 月三陸から常磐近海へかけての採集量が多い。又 1 網 10 尾以上採集された点が数点みられる。

以上の他の種類はこの調査期間を通じて採集されてはいるが、数点であるから全体の出現傾向を考察するのが困難である。

前述の 6 種についてみると、春と秋の 2 回常磐近海と三陸近海で採集されるものが多く、アラハダカ、ススキハダカ、*Tarletonbeania* 等がこの型に属する。但しこれらは夏季から初秋にかけては沖合でもかなり採集される。又ナガハダカは夏季が中心で少々沖合性である。更にマガリハダカとブタハダカの両種はこの調査の結果では分布の北限は略々北緯 41 度線で、前 3 種に比較して南方型であるといえる。そして沖合では比較的少なかった。

東北海区で夜間表層曳網で採集されるハダカイワシ科魚類は、一般に沖合では少なく、近海に発達する黒潮前線周辺で多く、この附近に形成されるカツオ・マグロ或いはサンマ漁場と密接な関係をもっているものと考えられる。

要 約

1949 年から 1960 年までの 12 ケ年間に、東北海区で稚魚網 (5 分間曳網) によつて採集されたハダカイワシ科魚類約 8,000 尾の種類と分布について述べた。

1) これらの中アラハダカとススキハダカが最も多く、全体の約 45.0% と 42.6% を占めていた。次にナガハダカ、*Tarletonbeania*、マガリハダカ、ブタハダカが総計で約 10% を占め、その他は非常に少なかった。

2) アラハダカ、ススキハダカ、*Tarletonbeania* 等は初夏と秋の 2 回多く採集されるが、ナガハダカは 8 月に最も多く採集された。マガリハダカとブタハダカは 11 月、ゴコウハダカは 10 月に最も多かつた。

3) 分布の中心は初夏と秋の両季とも常磐近海から三陸近海へかけての水域であるが、アラハダカ、ススキハダカは沖合でも採集される。ナガハダカは北海道近海と沖合に分布の中心があり、マガリハダカ及びブタハダカは北緯 41 度以北では採集されなかつた。

文 献

FRASER-BRUNNER, A. (1949) : A classification of the fishes of the family Myctophidae.

Proc. Zool. Soc. London, **118** (4)

松原喜代松 (1955) : 魚類の形態と検索 石崎書店

MEAD, G.W., & F.H.C. TAYLOR (1953) : A collection of oceanic fishes from off north eastern Japan. Jour. Fish. Res. Bd. Canada, **10** (8)

水産庁 (1954) : 北太平洋オットセイの分布並びに食性 カナダ、日本並びにアメリカ合衆国政府共同調査報告書

KOBAYASHI, K. (1958) : Some Lantern Fishes from the North Pacific and Bering Sea.

Jap. Jour. Ichthy. **7** (2/3/4)

東北海区におけるハダカイワシ科魚類の研究※

II. ススキハダカ *Myctophum affine* TEMMINCK et SCHLEGEL

小 達 繁
小 川 達

STUDY ON THE FISHES OF THE FAMILY MYCTOPHIDAE IN THE NORTH-EASTERN SEA AREA ALONG THE PACIFIC COAST OF JAPAN

Part II. Susuki-hadaka, *Myctophum affine* TEMMINCK et SCHLEGEL

By

Shigeru ODATE and Tōru OGAWA

The present paper gains the results of the authors examination of the lantern fish, Susuki-hadaka *Myctophum affine* (LÜTKEN), captured with the surficial larva net on the occasion of the oceanographical observations in the North-eastern Sea Area along the Pacific Coast of Japan. The net was strained for five minutes and the number of specimens amounted to 3,514 individuals for 12 years, 1949 to 1960.

1) This species was captured through the observation carried out during the period from April to December. The largest number of them occurred in September. This area is the offing of the Jōban coast.

2) The most common temperature was 19°C in early summer, and it gradually increased to 20°C in summer and dropped again to 18°C in the fall. These temperature zones may correspond with the vicinity of the Kuroshio front.

3) During the period from Spring to Summer, the small modal value of 15 mm in the body length frequency, occupied the main school of this fish and the 45 mm medium size group was mainly captured in the fall.

4) The ovaries over about 100 mg in weight were found to be the matured eggs over 0.3 mm in egg-diameter and the completely matured ovaries were noticed in the fish over about 70 mm in body-length. In large fish, the ovary weight at that time was more than 300 mg. The number of the completely matured eggs over 0.3 mm in diameter was estimated to be about 8,000 individuals.

Judging from the above stated results, it might be suggested that the *Myctophum affine* spawn through Spring and Summer in this region.

ハダカイワシ科魚類は海洋観測の際、各種曳網類によつて極く普通に採集される魚種であるが、二三のものを除いては一般の眼にふれる機会も少ないので、その生活史・生態等については殆んど知られていない。東北海区において表層曳稚魚網によつて採集されるハダカイワシ科魚類は今までのところ十数種に及んでいるが、

此の中数量の多いのはススキハダカ属 *Myctophum* の魚種であつて他の種類は比較的少ない。本報告で述べるススキハダカは此の方法で採集されるものとしては、同属のアラハダカ *Myctophum asperum* RICHARDSON と並んで最も多い卓越種である。

此の採集調査は、各航海に乗船された本水研資源部の諸氏と、調査船及び各県指導船乗組員の献身的努力によつて遂行された。各位の労苦に深い敬意を表するものである。

本報告を発表するに当つて御指導を戴いた本水研所長木村喜之助博士・資源部長山村弥六郎博士並びに東海区水研阿部宗明博士には深く感謝の意を表するものである。亦九州大学農学部水戸敏博士にはいろいろと御教示を得たので御礼申し上げる。

I 形態的特徴

本種の鱗は円鱗で脱落し易く、稚魚網で採集した標本では側腺鱗及び胸鰭附近の体側前部を除いて大部分が剝離している場合が多い。

臀鰭上部発光器 *Supra-anal organs* (SAO) は全く一直線状に配列しているので、本邦産ハダカイワシ科魚類中他種との区別は容易である。又体側後部発光器 *Postero-lateral organ* (POL) は脂鰭の前直下にあり、同属のイバラハダカ *Myctophum spinosum* (STEINDACHNER) と識別される。

Supra-caudal gland (尾柄上部発光腺 SCG) は必ずしも持つている訳ではなく、*Infra-caudal gland* (尾柄下部発光腺 ICG) だけを持つ個体も多数あつた。1958 年 11 月採集された 233 尾の 1 群について此等の出現割合を観察した結果は第 1 表のようである。即ち SCG をもつものと ICG をもつ個体の出現比率は丁度 1/2 で、各個体とも必ず何れか一方をもち両方をもっているものはなかつた。此等両グループは体長組成では

第 1 表 尾柄上・下部発光腺の出現割合

体長mm	A	B	標本組成
15	—	—	2
20	—	—	2
25	—	—	2
30	—	—	18
35	13	3	25
40	13	7	25
45	18	16	65
50	7	13	35
55	6	7	30
60	3	6	11
65	—	6	9
70	—	2	9
計	60	60	233

(A : *Supracaudal gland* だけをもつグループ)

(B : *Infra-caudal gland* だけをもつグループ)

若干の差はあるが、各形質の計測結果に於いて差が認められなかつた。即ち背鰭条数は分布の mode が 11 (範囲 10~12)、臀鰭条数 19 (18~20) 及び胸鰭条 15 又は 14 である。又脊椎骨数 39 個 (38~40)、側腺鱗数 39 個 (38~40) で各々の分布範囲は非常に小さかつた。両グループとも第 3 SAO は大部分第 18 番目の側腺鱗上にあり、POL は第 28 番目のそれに一致していた。

従つてこの差が本種内に於いてどのような意味かもつものか今のところ不明である。尚 SCG は 6~8 個の大型の発光器が密に配列しているが、ICG は 3~5 個の小型のものが夫々分離して存在しており、体長 30 mm 以下では外部から認識し難い。

II 分 布

本種の分布については既に小川 (1961) が概略について述べたが、こゝでその分布状態を更に詳しく検討してゐる。東北海区における稚魚網の調査は 1949 年から 1960 年の期間略々この海区の全域を被うように実施された。この調査期間中ススキハダカは 2 月から 12 月まで、曳網の行われなかつた 3 月を除いて毎月採集されている。従つて本種は東北海区においては大体周年に亘つて棲息しているものと推定される。

採集数 稚魚網で採集された漂流期の魚類稚仔の中で採集尾数の最も多いのはカタクチイワシであるが、游泳力を備えた大型の成魚ではハダカイワシ類が最も多く採集される。例えば 1959 年の 5 月から 11 月までの間に採集された魚種別採集尾数の集計では、ススキハダカはアラハダカに次いで第 7 位であつた (小達 本報告、第 3 図参照)。

第 2 表 稚魚網によるススキハダカの採集表

月	採集回数	採集尾数	平均尾数	曳 網 数		採 集 率
				夜 間	昼 間	
1	3	5	1.7	12	18	25.0
2	2	3	1.5	13	14	15.4
3	—	—	—	—	—	—
4	9	11	1.2	56	68	16.1
5	32	112	3.5	206	249	15.5
6	54	216	4.0	223	308	24.2
7	82	469	5.7	295	467	27.8
8	108	486	4.5	493	578	21.9
9	28	74	2.6	231	263	12.1
10	70	607	8.7	77	73	90.9
11	121	1,477	12.2	237	221	51.1
12	4	54	16.0	17	8	23.5
計	513	3,514	6.8	1,860	2,267	27.6

(採集率=採集回数/夜間曳網数×100, 1949~1960年)

1949 年以降調査の実施された 12 ケ年間の採集数の総計を第 2 表に各月毎に示す (野島崎 SSE 線以北の東北海区のみを取扱った)。此の間夜間総曳網数は 1,860 回で、ススキハダカは採集回数 513 回、総計 3,514 尾が採捕された。採集尾数の最も多かったのは 11 月であるが、7 月・8 月にも比較的多く出現している。1 網当たり平均採集尾数は夏季 (5~8 月) は 4 尾程度であるが、秋季には増加し 11 月には 12.2 尾となり非常に多かった。9 月には採集尾数が極めて少なく夏と秋の多獲時期の間にあつて特徴的な減少期を示す。

又ハダカイワシ類は夜間採集されるものであるから夜間曳網数に対する比率 (採集率=採集回数/夜間曳網数×100) を求めると、春季から夏季へかけては、採集回数は曳網回数の 1/3~1/4 程度の出現割合であるが、10 月には殆んど全点、11 月には約半数で曳網 2 回に 1 回は採集されることになる。即ち本海区において採集率では 10 月、採集尾数では 11 月に最も多く採集される。尚 昼・夜間の曳網時間の区分はその曳網位置における暦表から算出して求めた日没・日出時を境としたが、昼夜により浮上及び沈降運動を行うハダカイワシ類は暦上の日没時刻前又は日出時刻後の薄明時、海面のかなり暗いときには活動をするもののようである。特に夜明け後採集された例が二三見られた。

1 回に 1 網で採集されるススキハダカの尾数は様々であるが、階級別採集尾数の出現頻度についてみると (第 3 表)、1 網 4 尾以下の回数は全採集回数の約 2/3 である。併し採集尾数では 18% にすぎず、10 尾以上採集された場合が全採集尾数で占める割合は約 2/3 となつている。1 網の最多記録は 233 尾 (1958 年 11 月 18 日、N35°-59', E141°-12', 水温 18.5°C, 体長組成のモード 45mm 台) であつた。以上の結果からみると、本海区におけるススキハダカの分布状態は数尾程度採集される場合が多いのであるが、時期と場所によつては相当密集しているところもある。

第 3 表 1 網 当 り 採 集 尾 数

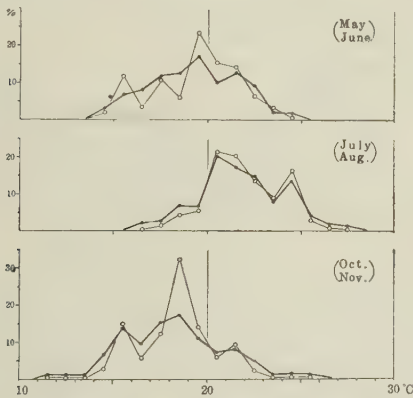
尾 数	採集回数	%	採集尾数	%
1~ 4	338	65.9	645	18.4
5~ 9	79	15.4	537	15.3
10~ 19	56	10.9	740	21.0
20~ 29	22	4.3	546	15.5
30~ 39	7	1.4	249	7.1
40~ 49	4	0.8	165	4.7
50~ 99	6	1.2	399	11.4
100~199	—	—	—	—
200~299	1	0.2	233	6.6
計	513		3,514	

地理的分布 本種の各月に於ける分布水域は大略次の通りである。即ち 5 月・6 月には東北海区南部（常磐沖合）水域の約 200 哩以内で一様に採集され、7 月にも大体分布の中心はこの水域であるが、150～200 哩の沖合でも採集尾数の多い点が密集している。8 月になると調査の中心が北に移り、N39°～41°、E152° 附近の沖合まで一様に分布がみられ、北海道近海では少ない。9 月には三陸北部から北海道沖合へかけて相当広範囲に数多くの曳網が行れたにも拘わらず、採集数は極めて少なかった。此の月は稚魚網による採集結果では全ての稚魚の採集量が非常に少ない時期である。

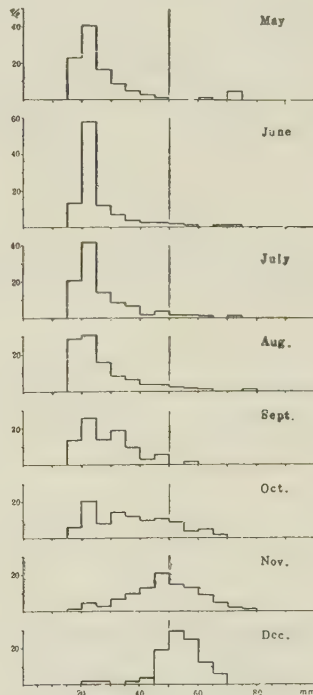
10 月になると再び三陸近海で多く採集される様になり、三陸沿岸から略々 300 哩沖合まで一様に採集点が分布している。11 月には分布の中心が南に移り、常磐近海の 100 哩以内と、200～300 哩附近の二つの水域で数多く採集されている。この分布水域は黒潮前線の発達状態と対応している（第 2 図）。

前述の採集比率及び平均採集尾数の月別変化から考えても 11 月は最も多く、その中心は常磐近海に集中しているのである。

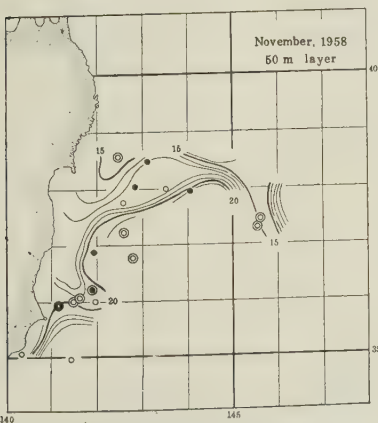
分布水温 昼夜により鉛直運動を行うハダカイワシ類が、昼間どの程度の深層まで沈降するか、その生態についてはあまりよく知られていない。Mead 等 (1953) は三陸近海で中層トロールを使用して、150m までの各層でハダカイワシ類を採集したこと報告しているがススキハダカ属のものは少なかった。併し何れにしても夜間表層に出て活動（摂餌）する場合でも、その場所の水温が活動を助ける支配的要因となることは疑ないであろうから、こゝで採集時の表面水温を指標にとつてその分布を調べることにする。



第 1 図 水温別採集回数・採集尾数
(—●—回数 …○…尾数, 1949～1960年)



第 3 図 体長組成
(1952～1960年)



第 2 図 黒潮前線周辺のススキハダカの分布
(1958年11月, 50m 層等温線)

全体的にみると、本種の採集時に於ける表面水温は 11°C から 27°C の広範囲に亘っているが、採集率（水温 1°C 毎の出現回数及び採集尾数の主体に対する百分率）で 10% 以上を占める多獲水温は大体 $17^{\circ}\sim 21^{\circ}\text{C}$ 台で、かなり狭い水温帯である（第 1 図）。又季節的にこの出現状態をみると、初夏の候（5 月・6 月）は多獲水温の峯は 19°C 台、夏季（7 月・8 月）には 20°C 台に上昇するが、秋季（10 月・11 月）になると再び 18°C 台の低水温に移行する。即ち初夏と秋季におけるススキハダカの分布水温帯は、丁度この時期に発達する黒潮前線の潮境に相当し、この水域に密集しているものと考えられる。第 2 図は 1958 年 11 月常磐近海における海況とススキハダカの分布の図である。これらの水域は豊富な餌料生物の生産帯であることから、ハダカイワシ類もここに集中するのであろう。

体長組成 各月毎に 5mm 階級毎に集計した体長組成は第 3 図の通りである。体長は吻端より尾柄部鱗部末端までを測定した。尚本報告で測定した体長（Body-length BL）と全長（Total-length TL）との関係は次の式によつて求められる。

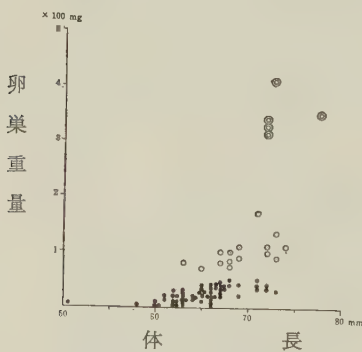
$$TL=1.120BL+1.885 \text{ (mm)}$$

5 月から 10 月までは体長組成のモードが 20mm 台（ $20.0\sim 24.9\text{mm}$ ）にある小型主群と、30mm 台の中小型グループ、更に大きい 45mm 台にモードをもつ中型グループの各体長群に分けられる。体長 $30\sim 50\text{mm}$ の中型魚は 8 月以前には比較的少ないが、10 月になるとこれらは中型群として明瞭な分布の峯を形成し、20mm 台の小型群は減少する。11 月には 45mm 台が主群で、より大きい $50\sim 60\text{mm}$ のものも相当な部分を占めるようになる。又 6 月以降体長 70mm 前後の大型魚も若干ではあるが採集されている。

全体的にみると、各月とも各種体長群が含まれ、体長組成から成長曲線を追跡するようなモードの移行は明らかでない。併し 5 月から 8 月までは小型群が主体であつて、中型群は少ないが、10 月になると中型群の増加が目立ち、11 月には中型群が主体になる。又 6 月から 8 月まで小型群から成長分離したと思える 30mm 以上のものが見られるから、これらの移行が成長傾向を物語るものと云えよう。更に各月に於ける小型魚の出現状態からみると、春から夏にかけての相当長期に亘つて発生したものが逐次採集されるものと考えられる。

III 成 熟

卵巣重量 採集された標本は全て 10% フォルマリン液で固定されてあるが、これについて秤量 10 mg の両皿天秤で卵巣重量を測定した。全期間を通じて体長と卵巣重量との関係を示すと第 4 図のようになる。体長



第 4 図 体長と卵巣重量との関係

- (● 0.05mm 位の卵細胞が充満し、0.2~0.3mm 位の卵も少し見られる。未熟卵巣 (A)
 (○ 0.4mm 以上の大型卵が増加し、0.3~0.4mm の卵径卵数計測、熟卵群 (B)
 (◎ 完熟卵 (C)

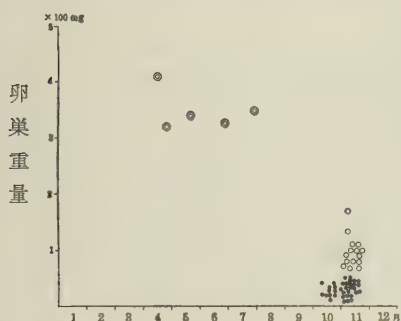


第 5 図 卵巣重量と熟度指数との関係

60mm 前後の ススキハダカでは卵巣重量は 20~40mg で、未熟な個体が多かった。熟卵（後述）と考えられる卵巣をもつ最小の体長は 63.0mm, 最大は 78.0 (全長 93.0mm) であった。又成熟卵巣の重量では、最小 75 mg, 最大は 420mg となつている。体長 62.0mm 以下では熟卵をもつ個体は発見されなかつたので、63.0mm 以上のものについて熟卵をもつ個体と未熟卵の個体との比をとると 20:43 で、約半数が熟卵をもっていることになる。又 70.0mm 以下では卵巣重量 100mg を超えるものは殆んどない。300mg 以上の大型の完熟卵巣は全て 72.0mm 以上の大型魚である。

卵巣重量/体重 $\times 100$ を熟度指数 Gonad-index として、卵巣重量との関係を第 5 図に示した。図中未熟群(A)、熟卵をもつグループ(B)、更に大型の完熟卵群(C)と記号別に記入したが、熟度指数 1.5 以下、卵巣重量 60mg 以下では熟卵は認められなかつた。

卵巣重量の季節的变化 熟卵及び完熟卵をもつ個体の卵巣重量の季節的分布（第 6 図）についてみると、春



第 6 図 卵巣重量の季節的变化
(体長 65mm 以上)

季又は夏季に採集されたもので特に大型卵巣をもつものが目立っている。これらの完熟卵巣をもつ魚の体長は 72.0mm 以上であるが、11 月に採集されたものはこの位の大型魚でも 100mg 前後で、中等程度の熟度である。即ち第 4 図で体長 70mm 以上の大型魚で卵巣重量 100 mg 前後以下の個体は全て 11 月に採集されたものである。このように表層曳網で採集された標本の計測結果のみからみれば、春・夏季の体長 70mm 以上の大型魚は明らかに産卵群であるが、秋季のものは未だ成熟期にあるものと推定される。又春・夏季には大型魚の採集は極めて少ないから、産卵期にあるこのような大型魚は表層曳網によつては採集し難いのかも知れない。

性比 生殖腺重量約 10mg 以上のものについては秤量後全てその内容を観察した。10mg 以下のものは測定しなかつた。計測できた個体は総計約 80 尾であつたが、これらは全て雌の卵巣であつて精巣は発見されなかつた。20mg 前後の未熟な卵巣でも微細な卵細胞が卵巣嚢内に充満しているのが観察される。全体の採集数と比較してこれらの標本は一部分に過ぎず、亦特に完熟魚が極めて少なかつたのでこの結果だけから推論するのは困難であるが、ススキハダカでは雌雄の分離が行われているように思われる。

卵径組成 卵巣は未熟な個体では根桿状であるが、成熟するに従つて膨らみを増し、完熟卵巣では普通の魚にみられるような嚢状である。100mg 前後の成熟卵巣では少々黄味を帯びているが、完熟卵巣になると餡色状となり、卵粒が外部から認められる。左右の卵巣は略々相称型で、左側が少々長い。重量 50mg 前後の未熟卵巣で卵巣長は約 15mm 前後、100mg 前後の成熟卵巣で約 18mm 位、300mg 以上の完熟卵巣になると約 24mm 位であるが、左右卵巣長の差は大体 2~3mm 程度である。

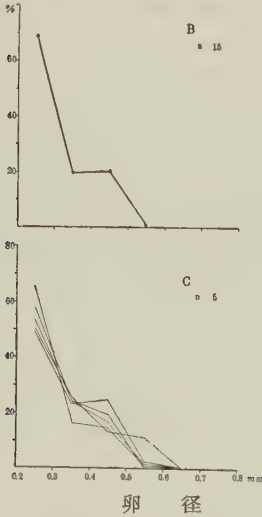
これらの卵巣卵の中 0.20mm 以上の卵の卵径を測定した。体長 73.0mm、卵巣重量 135mg のものについて、左右卵巣の前部・中部・後部の卵径組成を求めたが、夫々の部位及び左右の卵巣で卵径組成に差は認められなかつた。

20mg 程度の未熟卵巣では、卵径 0.05~0.10mm の透明な卵細胞が充満しているが、卵巣重量が 40mg 程度に増大すると、少々大きい卵が出現し始め、その最大卵径は 0.20mm 位になる。但し卵径 0.25mm 前後以下では卵細胞は未だ透明である。更に 50~60mg 位になると、卵径 0.30mm 前後のものが現れ、この位のものでは卵表面に海綿状の構造が認められるようになる。そして卵は黄味を増してくる。その後次第に成熟して卵径 0.30~0.40mm 前後に達したものでは、ハダカイワシ類の卵特有の卵内に環状で少々透明な暗部がみられるようになる。その大きさは卵径の 1/2~1/3 位である。このような卵を一応熟卵と考え、その卵巣を成熟卵巣(B)と呼ぶことにする。この時の卵巣重量は 70~80mg 位で、卵巣外部からもこれらの粒状の熟卵が観察

されるようになる。更に大型の 300mg 以上の卵巣では、0.50mm 位の大型卵が出現し、卵巣膨大して、放卵近きを思わせ、完熟したものと考えられる（完熟卵巣及び完熟群 C）。

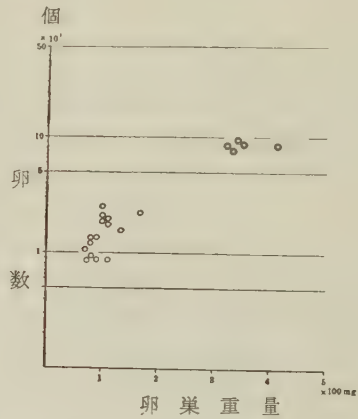
卵巣卵の卵径組成からみると、その成熟過程は卵母細胞群から一部のものが逐次成熟して、成熟卵群を形成するものと考えられる。併し何れの卵巣でも成熟卵の起源となる小型卵の数が最も多く、一般の魚類に見られるような卵巣構成を示している。

第 7 図は 0.20mm 以上の卵の卵径組成を B（成熟群）と C（完熟群）に分けて図示した。完熟群では 0.40～0.50mm の卵群が増大し、0.20mm の小型卵の比率が減少している。成熟群では 0.50mm 以上の大型卵は殆んどみられず、小型卵も相当多い。又これらのグループは卵巣重量（100mg 前後）及び 熟度指数（1.5～3.5）からみて、完熟卵に比較して未だ中等程度の成熟状態ではないかと考えられる。



第 7 図 卵 径 組 成

(B : 成熟群卵巣重量 70～170mg)
(C : 完熟群 " 320～410mg)



第 8 図 卵巣重量と卵数

(卵径 0.3mm 以上の総卵数)

熟卵数 前述のような熟卵と考えられる卵の中、一応卵径 0.30mm 以上のものについて卵巣内の卵数を算出し、卵巣重量との関係を第 8 図に示した。100mg 前後の成熟群 (B) ではこれらの熟卵数は 1,000～2,000 個程度であるが、300mg 以上の完熟群 (C) になると 8,000～9,000 個と増加している。これら両群とも卵径組成においてはそれほど大きな差は認められないから、卵巣重量の差は熟卵数の差に基くものであつて、成熟卵巣 (B) では小型卵団から 0.40mm 位の熟卵への増殖が尚盛に行われるものと考えられる。

IV 考 察

ススキハダカは東北海区においては、特に秋季黒潮前線の潮境周辺で多く採集されているが、出現傾向からみると略々周年に亘つて棲息しているものと予想される。従つて本報告に欠けている冬季から春季へかけての標本が、本種の生活史・生態を解明する上に是非とも必要である。又本報告は夜間海面に浮上してきたものを表層曳稚魚網で採集した標本について検討したものであるから、魚体の大きさに対する採集網の撰択性或は成長に伴う生態の差等は判らなかつた。特に深層における分布状態は不明である。

ハダカイワシ類の産卵生態についての研究は極めて乏しいが、ススキハダカでは大体 70mm 位で成熟するものと推定され、卵径組成からみてその生物学的最小型は体長 65mm 前後であろうと考えられる。

本種も他の多くのハダカイワシ類と同様、シラス時代を経て成体型に変態するものと考えられるが、成体型

に達した本種の最小個体（採集された最小魚体）は 16.0mm（8 月）であつた。第 4 表に示されているようにハダカイワシ類のシラス（種不明）は 7 月に最も多く採集される。これらのシラスは完熟卵をもつ成魚の出現

第 4 表 Myctophidae 稚仔の採集表
(1956~1960 年)

月	出現回数	採集尾数
4	6	12
5	5	6
6	17	96
7	12	623
8	10	16
9	—	—
10	6	52
11	8	39

及び本海区で採集されるハダカイワシ科魚類の大部分を占めるススキハダカ又はアラハダカ（成熟については不明）の稚仔である可能性もある。これらの稚仔の体長は 3~15mm であり、15mm 前後の比較的大型のものでは、体表の色素は未だ不完全であるが、体側発光器は既に出現し始めているのが認められた。従つてこの稚仔が本種として採集された前記小型群に連続するものであるとすれば、成体型への変態は大体 15mm 前後で起こるものと考えられる。尚この時期には採集された小型魚の割合（第 3 図、体長組成）が最も多く、シラスの出現時期とも一致している。

産卵期については、卵巣重量の季節的变化からみると、初夏を中心とした季節に完熟魚が出現している。小型魚の出現割合及びシラスの採集状態から勘案すると、東北海区における本種の産卵期は春から夏へかけて相当長期間に亘るものと推定される。併しこの時期の完熟魚は採集数が非常に少ないので、今後より多くの標本について検討しなければならない。尚このことは産卵するような完熟魚は夜間海面に浮上して活動することが少なく、従つて稚魚網では採集されない為かも知れない。1958 年 5 月の完熟魚 1 尾はサンマ刺網で採捕したものであつた。成熟魚における雌雄分離の状態と共に産卵生態上特異な点と考えられる。又 秋季成熟途上にある大型魚と春・夏季の大型魚の関係も究明されなければならない。

要 約

1949 年から 1960 年の期間、表層曳稚魚網（5 分間曳網）によつて採集されたススキハダカ約 3,500 尾について考察した。

- 1) 本海区で採集されたハダカイワシ科魚類の中で本種はアラハダカ *Myctophum asperum* と共に最も多く採集される種類である。採集率から考えると 11 月に最も多く出現する。
- 2) 5 月から 7 月の時期には常磐水域で、8 月には三陸沖合、9 月には殆んど採集されず、10 月にも三陸沖合全体に広く分布しているが、11 月になると常磐近海の黒潮前線潮境で最も多く採集される。
- 3) 採集率 10% 以上の多獲水温は 17°~21°C 台である。これは初夏の候は 19°C、盛夏には 21°C と上昇するが、秋季には再び低い 17°・18°C の水帯で多く採集される。
- 4) 体長組成は春夏季は 15mm 台の小型群が主体で、中・大型魚は少ないが、秋になるとモード 45mm 台の中型群が主体となる。
- 5) 卵巣重量 100mg 前後で熟卵をもち初め、300mg 以上では完熟卵巣となる。このときの体長は 65mm 前後であるが、完熟卵巣の見られるのは体長 70mm 以上と思われる。
- 6) 完熟卵巣で卵径 0.3mm 以上の有効熟卵数は 8,000 個前後である。

文 献

- FRASER-BRUNNER, A. (1949) : A classification of fishes of the family Myctophidae.
Proc. Zool. Soc. London, **118** (4)
- 松原喜代松 (1955) : 魚類の形態と検索 石崎書店
- MEAD, G.W., & F.H.C. TAYLOR (1953) : A collection of oceanic fishes from off north eastern Japan. Jour. Fish. Res. Bd. Can. ada, **10** (8)
- 小川 達 (1961) : 本報告
- 水産庁 (1954) : 北太平洋オットセイの分布並に食性 カナダ、日本並びにアメリカ合衆国政府共同調査報告書

東北海区における稚魚の研究※

I. マサバ *Pneumatophorus japonicus* (HOULTUYN)

小 達 繁

STUDY ON THE LARVAE OF THE FISHES IN THE NORTH-EASTERN SEA AREA ALONG THE PACIFIC COAST OF JAPAN

Part I. Mackerel, *Pneumatophorus japonicus* (HOULTUYN)

By

Shigeru ODATE

This report is considered with the eggs and larvae of the mackerel *pneumatophorus japonicus* (HOULTUYN), collected with the larva net in the North-eastern Sea Area along the Pacific Coast of Japan. The net was strained for five minutes so that it might filter the surfacial sea water.

1) The eggs and larvae of mackerel was found during between April and August and the largest number of them occurred in May.

2) The central area of their distribution was the southern part of this region (Jōban off shore) which is about 200 miles from the coast.

3) The largest collecting ratio (number of hauls of caught larvae or eggs against the total hauls) and mean individuals per haul were found to have their largest number in May, the water temperature then was 17°C on larvae and 18°C on eggs. Thenceforth the temperature at which the larvae and eggs were collected increased up to 21°C in summer.

4) In the body-length frequency the main part of the larvae captured were within less than 10 mm, the comparative large group from 15 to 25 mm, however, might be caught in June. It seems that the larger group make their appearance on the surface of the water at night.

5) The ovarian eggs have the value of the mode of 0.6 mm in the egg-diameter frequency, these groups may be assumed to be matured.

It may well be considered that the mackerel spawn in the southern area of this region in early summer.

サバ類は我国漁業の中でも重要魚種の一つであつて、近年その漁獲量の増大と共に資源研究の上でも目ざましい発展が見られている。併しサバ類は日本沿岸至るところの水域に広く分布しているので、部分的には未知の分野も多く、これが研究の発展を妨げている場合も多い。東北水研では毎年実施している表層性生物調査（稚魚網口径 1.3m、長さ 4.5m、5 分間曳網）の採集物中に、サバ類の卵・稚仔が時期によつては多量に出現し、東北海区の近海から沖合へかけての水域もこれら稚仔の重要な生育場と認められることが判つたので、その結果についての考察を報告する。

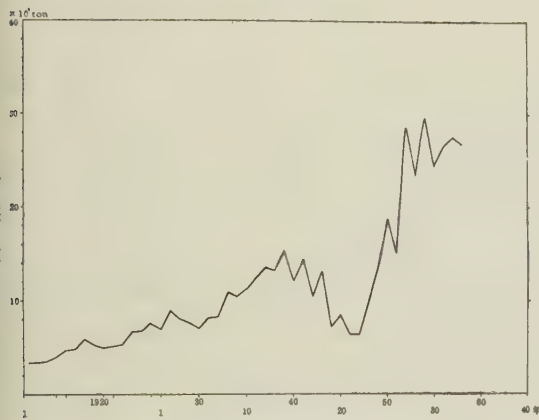
※ 東北海区水産研究所業績 第 171 号

此の調査には本水研資源部の諸氏が参加され、又献身的に協力された調査船並びに 各県指導船乗組員、関係者各位の労苦に併せて深く敬意を表するものである。

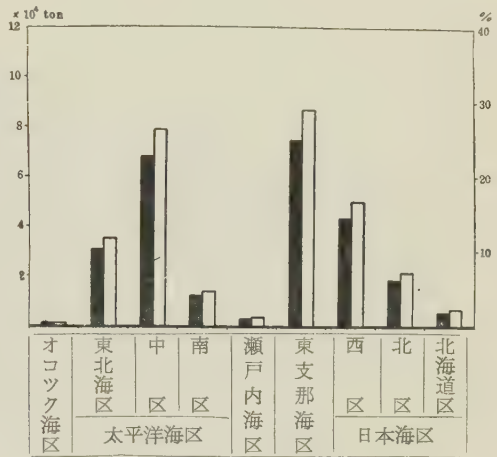
本報告を発表するに当つて御指導を戴いた九州大学名誉教授内田恵太郎博士に深く感謝する。又御校閲を戴いた本水研所長木村喜之助博士と資源部長山村弥六郎博士並びに堀田秀之博士に厚く御礼申し上げる。

I 東北海区の漁獲量

我国サバ類の経年変動をみると、近年急速に増大している（第 1 図）。即ち大正年代は年漁獲量 5 万トン前後であつたものが、昭和初期には 7~8 万トン、昭和 10 年代には 12~13 万トンに達し、最近 7 年間の（1952~1958 年）平均漁獲量は 26 万トン台に達している。



第 1 図 サバ類漁獲量の経年変動



第 2 図 サバ類海区別平均漁獲量 (1952~1958年)

■ 平均漁獲量 □ 平均比率

東北海区には太平洋北区と北海道区が含まれる

これらの漁場分布を農林漁獲統計についてみると（第 2 図）、日本海の西部から東支那海へかけての水域と、千葉から紀州へかけての東海水域の二つの海区が主漁場で、両者で全国漁獲量の約 70% が漁獲され、1958 年の統計では東支那海区 1/3、東海区 1/3、その他 1/3 という比率になつている。此の中、東北海区（北海道から茨城県に至る太平洋岸）は、1953 年以降の統計では多い年（1956 年）で全国漁獲量の 19%、少ない年（1953 年）で 6.5%、平均して 11%、約 3 万トン前後が漁獲されている。そしてこの大部分が八戸沖の漁場で（最近では冬期茨城県近海が増大している）、青森県に陸揚げされており、これ以外の漁獲は主として沿岸定置網によるものである。

II 種 族

日本近海で漁獲されるサバの中にはマサバ（ホンサバ・ヒラサバ）*Pneumatophorus japonicus* とゴマサバ（マルサバ）*Pneumatophorus tapeinocephalus* があつて、近年の研究によると両者は夫々独立したポピュレーションとして取扱うべきであることが明らかになつて来た。従つて資源研究の上では両者を明確に区別することが必要であるが、生物学的にみるとこれらの区別は不明確な場合もあり、成魚でも外見上斑紋だけから識別

第 1 表 マサバ稚仔第 1 背鰭棘数と背部担鰭骨数

		Number of interneural spines											計
		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Number of 1st dorsal spines	9												
	10			1	6	1							8
	11			1	11		1						13
	12				1								1
計				2	18	1	1						22

(1959 年 5 月 採集
フォーク長 20.4~37.7mm)

し得ない個体も多く存在する。前掲の農林統計ではマサバとゴマサバの区別がないので、両者の変動経過について詳しく知ることが出来ない。

今回採集された稚仔については、Klothier の方法によつて染色し、村上・早野 (1956) 及び阿部・高島 (1958) 等が提唱した方法に従つて一部標本を観察した。

即ち第 1 表はこれらの計測結果を示すが、先ず第 1 背鰭棘 (1st Dorsal spine) 数と背部担鰭骨 (Interneural spine) 数との関係で、両方とも数の少い方に分布するのがマサバ、多い方がゴマサバである。大体において外部から認識される第 1 背鰭棘数だけでは明瞭ではないが、担鰭骨数ではかなり分布の範囲が異なる。即ちマサバでは第 1 背鰭棘数は 10 個以下 (9~10 個) が多く、担鰭骨数の分布のモードは 14 個であるのに対し、ゴマサバでは 11~12 個、モードは 20 個附近にある。又第 4 と第 5 脊椎骨の間にある神経棘間骨の数がマサバでは 1 本ゴマサバ 2 本とされるが、第 1 表に示した標本では全て 1 本で、脊椎骨数は 31 個であった。これより小型の稚仔 (略々全長 20mm 以下) では内部骨骼の化骨が不完全で染色し難い為正確な同定は困難であるが、より小さいものでは肛門部より後方に存在する黒点数等が識別の基準とされる (矢部 1953)。

これらの諸点を観察し、又稚仔の出現時期を考慮して、此の海区で今までに採集された標本はマサバ稚仔であると同定して論議を進めることとした。

III 分 布

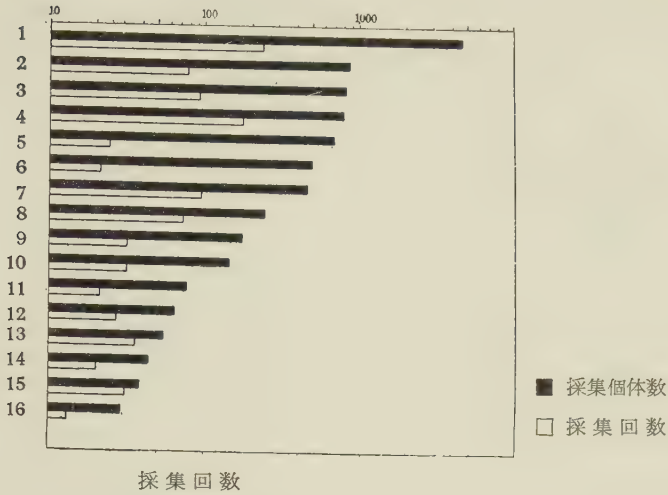
採集数 東北海区で稚魚網によつて採集された主稚魚は数十種に及んでいるが、此の中でマサバ稚仔は採集数も相当多く、第 3 図に示した 1959 年の例ではカタクチイワシに次いで数多く採集された種類である。第 2 表に年別採集数を示した。1958 年以降は、春・夏季分布の中心である常磐水域で細密な調査が行れたので採集数も増加している。

第 2 表 マサバ稚仔採集表

	曳網数	採集回数	採集尾数	平均尾数	出現期間
1960年	421	52	1,362	26.2	4 月 ~ 7 月
1959 "	542	78	886	11.4	5 月 ~ 8 月
1958 "	347	86	851	9.9	5 月 ~ 8 月
1957 "	109	28	85	3.0	7 月 ~ 8 月
1956 "	227	22	61	2.8	7 月 ~ 8 月
1955 "	98	1	10	—	6 月 ~ 8 月
1954 "	160	2	2	1.0	4 月 ~ 8 月
1953 "	344	6	43	7.2	5 月 ~ 8 月
1952 "	286	5	61	12.2	5 月 ~ 8 月

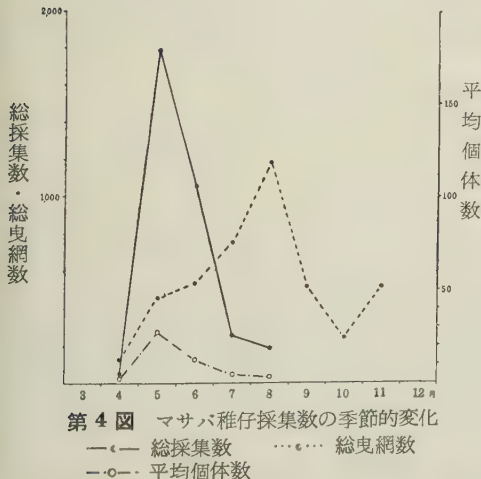
註：曳網数は 4 月 ~ 8 月

個 体 数



第 3 図 稚魚網で採集される主な魚種 (1959年 5月~11月)

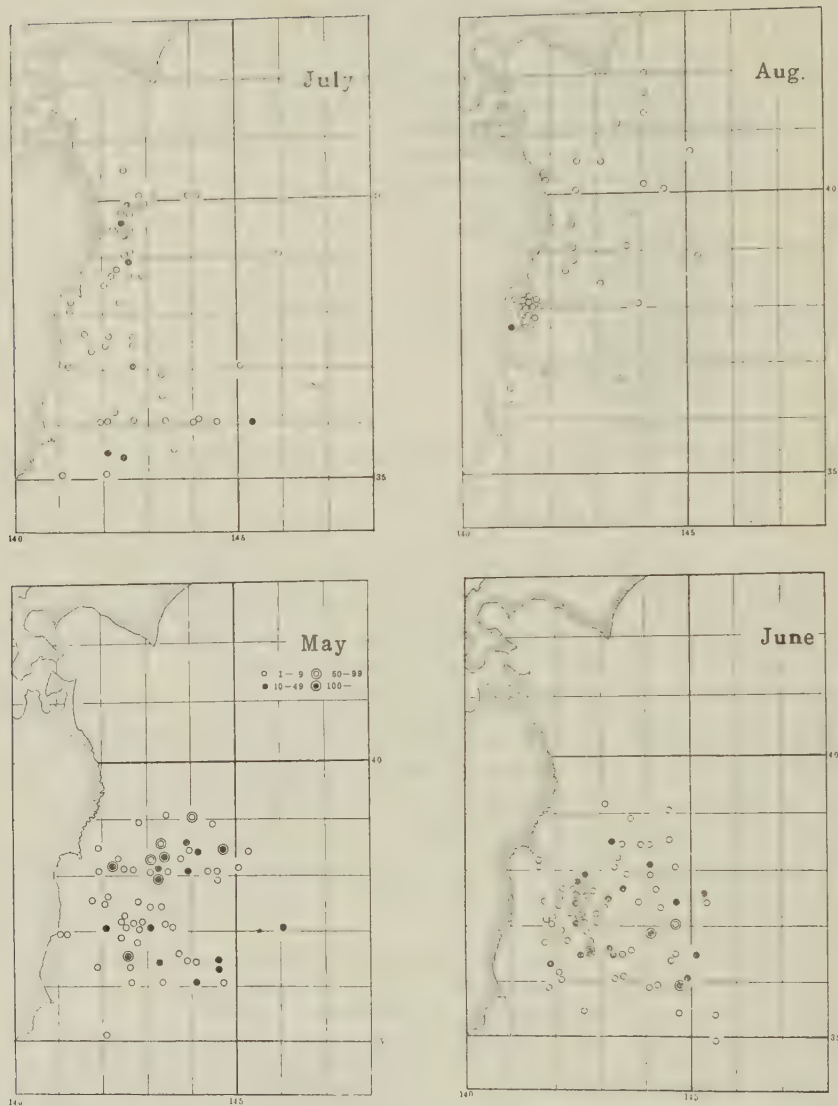
- | | | |
|----|---------|--|
| 1 | カタクタイワシ | Engrauris japonicus (HOULTUYN) |
| 2 | マ サ バ | Pneumatophorus japonicus (HOULTUYN) |
| 3 | アラハダカ | Myctophum asperum RICHARDSON |
| 4 | サ ン マ | Cololabis saira BREVOORT |
| 5 | ハダカイワシ科 | 仔魚 Myctophidae larvae |
| 6 | マイワシ | Sardinops melanosticta (TEMMINCK et SCHLEGEL) |
| 7 | ススキハダカ | Myctophum affine (LÜTKEN) |
| 8 | マ ア ジ | Trachurus japonicus (TEMMINCK et SCHLEGEL) |
| 9 | アイナメ科 | Hexagrammidae |
| 10 | ベ ラ 科 | Labridae |
| 11 | ブ リ | Seriola quinqueradiata TEMMINCK et SCHLEGEL |
| 12 | メバル属 | Sebastes CUVIER |
| 13 | エボシダイ科 | Nomeidae |
| 14 | ナガハダカ | Myctophum californiense (EIGEMANN et EIGEMANN) |
| 15 | トビウオ科 | Exocoetidae |
| 16 | タカベ | Labracoglossa argentiventris PETERS |



第 4 図 マサバ稚仔採集数の季節的变化
 — 総採集数 総曳網数
 - - - 平均個体数

マサバ稚仔が採集された回数の中、1 網 10 尾以下の場合には全採集回数の 78% を占め、大体に於いて数尾程度採集される場合が多い。併し全採集尾数の中で占める割合は逆で、10 尾以上が 81%、10 尾以下は 19% に過ぎない。即ち稚仔の分布状態は或場所では密集しているが、他の場所では分散的であるといえる。

季節的分布 調査は 4 月から 11 月まで行われているが、マサバ稚仔は既に 4 月から出現し、5 月に最も多い。併しその後は減少し 9 月以降は殆んど採集されない(第 4 図)。曳網回数は 8 月に最も多いのであるから、採集回数との比、即ち採集率は激減することになる。1 網当たり平均採集尾数でも 5 月が 27.5 尾で最も多く、6 月 12.9 尾、7 月・8 月になると 3~4 尾と非常に少なくなる。従つて前述の密集して採集された場合は 5 月又は 6



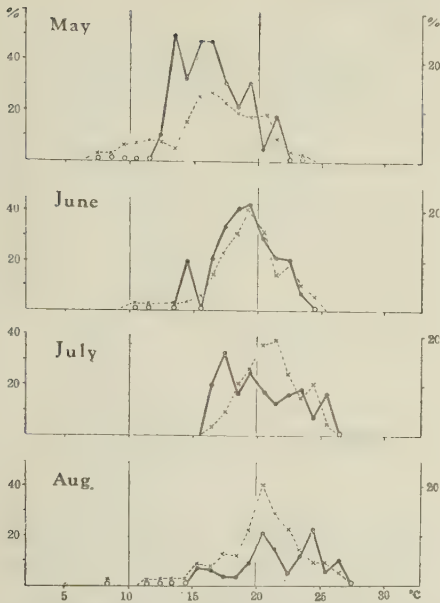
第 5 図 マサバ稚仔の月別分布 (1952~1960年)

月であつて、7月・8月は数尾程度採集されるにすぎない。

地理的分布 さてこれらの稚仔がどのような水域に分布しているかを第5図についてみると、採集数の多い5月と6月は東北海区南部近海で、常磐沖合50~200浬の水域に密集している。7月には分散的で広範囲に分布しているが、中心は少々北に移り、三陸北部近海が比較的多い。8月になると更に疎となつている。この図で金華山附近に密集して分布しているのは1959年8月この点で連続曳網した為である。曳網点の分布からみると一般に東経145°以東の沖合水域では少なく、又採集点も少ない、夏期この水域には、稚魚網で採集されるような小型稚魚は極めて少ないものと考えられる7月・8月三陸北部沖合及び北海道太平洋岸の近海から沖へかけての水域では、曳網数が多いにも拘わらず殆んど採集されていない。

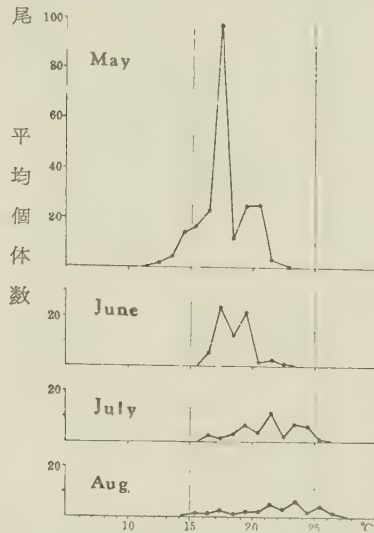
採集水温 次にこれらの稚仔の分布水温(採集時の表面水温)と採集数との関係を第6図に示す。即ち水温

東北海区における稚魚の研究 (I)



第 6 図 水温別採集率 (1957~1960年)

—●— 採集率 : 採集回数/曳網数 × 100
 - - × - - 曳網数 : 1°C 階級 百分率



第 7 図 水温別平均採集尾数 (1957~1960年)

1°C 階級毎の曳網回数とその水温内のマサバ稚魚の採集回数との比をとって図示した。これによると稚魚の採集された水温範囲は 12~26°C 台までの広水温域に及んでいるが、各月で採集率の高い水温は

- 5 月 13~16°C が高率
- 6 月 17~20°C
- 7 月 17°C が最高で漸次減少
- 8 月 20~24°C に少々多い

となり、月の進むに従って分布の中心が水温の高い方へ移行している。又各水温の 1 網当り平均採集尾数では (第 7 図)、5 月に 17°C 台で最高を示し、6 月は 17~19°C に多いが、7 月には 20°C、8 月には 23°C に中心がある。何れにしても採集率も採集尾数も月の進むに従って高い水温で多くなっていることが判る。5 月・6 月稚魚採集率の高い 17~19°C の水温帯は分布水域 (第 5 図、5 月・6 月) から予想される様に、丁度此の時期に発達する黒潮前線の潮境に当り、他の漂流期の稚魚と同様、此の水域では絶えず拡散或いは渦流による収斂が起こっているものと考えられる。

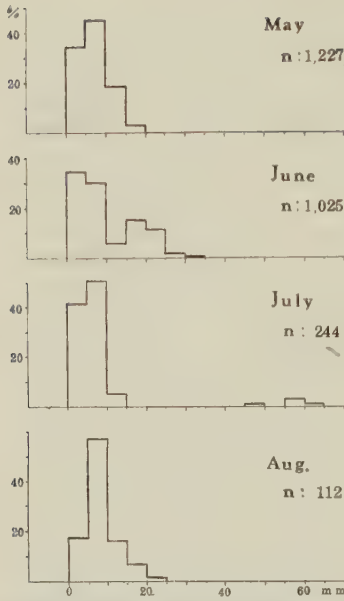
体長組成 採集された稚魚は吻端より尾柄肉質部末端 (この部分は稚魚では体軸に直角に色素が線状に並んで、かなり明瞭に識別される) までを測定し、体長組成は 5mm 階級毎に集計した。尚この体長 (Body-length BL) と全長 (Total-length TL) 及び尾又長 (Fork-length FL) との関係式は次の通りである。

$$TL = 1.147BL + 0.369$$

$$FL = 1.096BL + 0.731 \quad (\text{mm})$$

これら稚魚は孵化直後と思われる体長 3mm 前後のものから最大 66mm (1959 年 7 月 9 日, N38°-40', 142°-34', 水温 17.4°C) のものまであつた。月別の体長組成を第 8 図に示す。各月とも 10mm 前後の小型稚魚が大部分であるが、6 月には 15~25mm の少々成長の進んだ稚魚のグループが見られる。7 月には更に大型の 50mm 前後のものが若干採捕されている。何れにしても表層性稚魚網では 15~20mm 以上のものの採集数は非常に少なくなる。

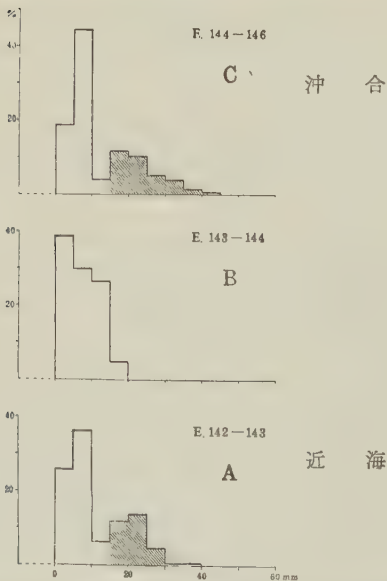
大型稚魚が多く採集された 6 月について昼・夜間の体長組成を図示すると (第 9 図)、主体は何れも 10mm



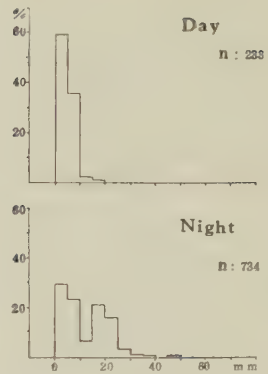
第 8 図 月別体長組成 (1952~1960年)

の稚魚網調査の結果では昼夜によつて若干の上下活動することが認められる。尚筆者は 5 月に夜間灯火に集ったマサバ幼魚を塩屋崎近海で採集したが、この時の体長は 52.0~90.0mm であつて、稚魚網では採集され難い大型グループが游泳していることが推定される。

更に経度による体長組成を比較してみると (第 10 図) 近海から沖合まで何れも 10mm 以下の仔魚が最も多いが、東経 142° より岸寄りの沿岸水域と東経 144° 度より沖合水域では 20mm 前後の大型仔魚のグループが認められる。又沖合群では 5mm 以下の小型仔魚が比較的少ない。このことは此の水域の海況から考え



第 10 図 経度による体長組成の差 (5 月・6 月)



第 9 図 昼夜による体長組成の差 (6 月)

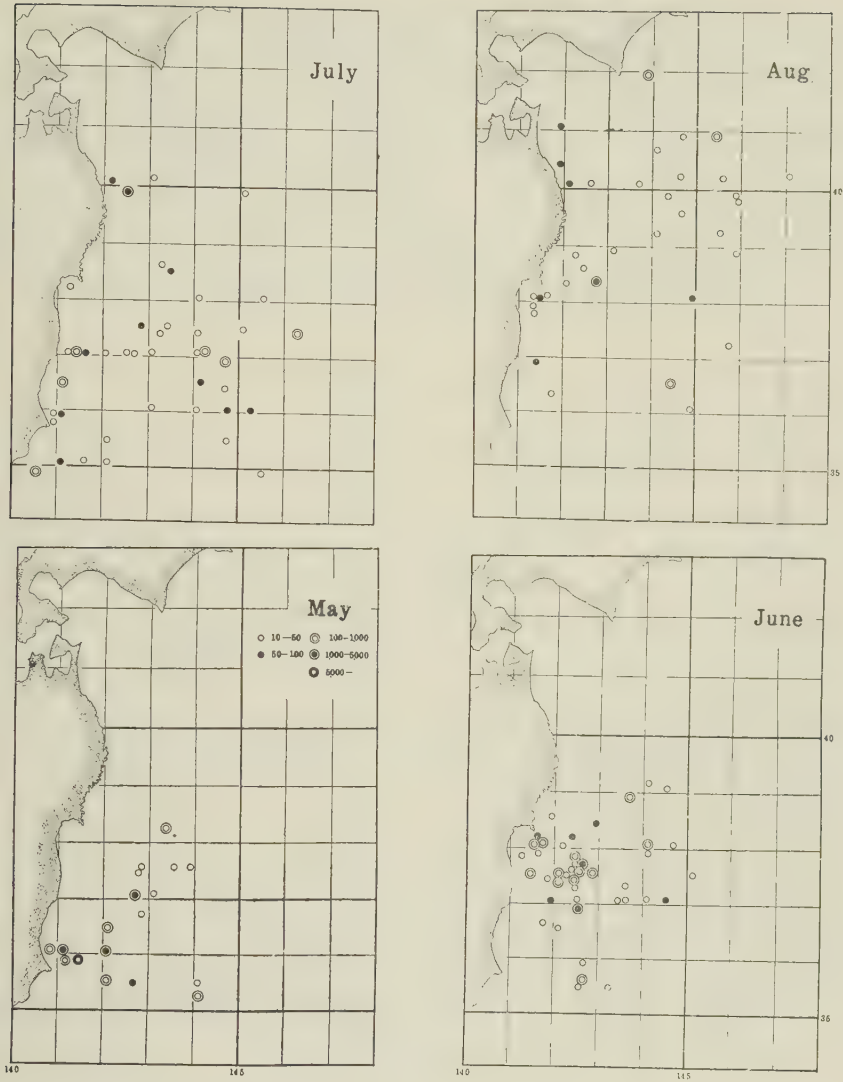
以下の仔魚であるが夜間は 15~25mm の大型仔魚が非常に多く採集され約 40% を占めている。昼間にはこれら大型仔魚は全く採集されていない。又採集尾数では夜間は昼間の約 3 倍以上採集されている (1952 年以降全採集数でも同じだった)。従つてマサバ稚魚も表層曳

て、沖合のものは黒潮前線に運ばれる沖合漂流群とも称すべきグループで、沿岸水域のものは反流域に収斂される沿岸グループと言えよう。

Sette (1943) によればアメリカの Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) では、9~11mm の稚魚期の死亡率 larval mortality は 90% 以上に達すると言われる。



第 11 図 採集水温と卵数の関係 (1957~1960年)



第 12 図 卵 の 分 布 (1957~1960年)
(1 網 10 個以上の点)

まつてこの危機時代 Critical period を経過した稚魚は補充群として重要な役割を果すものと考えられる。此の調査の沿岸グループは夏季内湾等に接岸する小サバに連なるものと予想されるが、沖合漂流群がどのような経路をたどるか今のところ明らかでない。

IV 卵 の 分 布

サバ卵は典型的な分離性浮游卵で、神谷 (1916) によれば卵径 0.93~1.29mm で、直径 0.21~0.28mm の 1 個の油球をもっている。本調査で採集された卵の大きさは 0.05mm 階級の卵径組成をとると、卵径範囲は 0.95~1.15mm, モード 1.05mm 台、油球径 0.20~0.35mm, モード 0.25mm 台であつた。何れも放卵後間も

第 3 表 卵の月別平均個体数

月	採集回数	総 数	平均卵数
5*	16	22,869	1,432
6	41	7,700	187
7	38	3,499	92
8	30	2,882	96

* 4 月末の 2 点を含む

は 5 月 18°C, 6 月 19°C, 7 月 20°C, 8 月 21°C 台で 1 ケ月に 1°C づゝ上昇している。これは前述の稚仔の出現傾向と殆んど一致しているが、全体的にみた場合、やはり稚仔と同様、5 月 18°C 台のところで最も多く卵が採集されている。

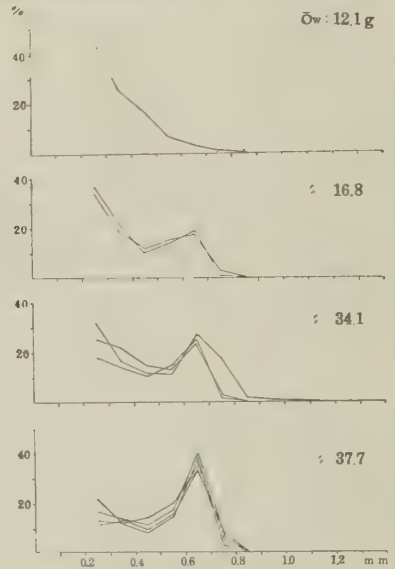
分布の水域も略々稚仔の場合と同様で (第 12 図)、5 月は常磐近海南部、6 月には稍々中心が北へ移り、何れも距岸約 200 哩以内の水域である。7 月には常磐水域全体に分散し、一部は三陸北部の鉾崎近海に出現する。更に 8 月になると南部では殆んどなく、分散的ではあるが三陸北部沖合略々 200 哩以内に分布がみられる。

V 成 魚 の 卵 巢 卵

常磐より以北の東北海区では外洋において熟卵をもつ様な大型サバを漁獲する 漁場は 形成されないのが普通である。春・夏季沿岸定置網の漁獲物は福島水試によれば (1955), 24cm 台にモードをもつ中型サバが主体で、春季東海水域で漁獲される様な 30cm 以上の大型群は極めて少ない。ところが 1959 年 5 月 筆者がサンマ調査 (茨城水試平和茨城丸) の際、塩屋崎沖で漁獲した大型サバは相当成熟が進んで居り (第 4 表, 第

ないと推定される stage のものが多く、発生段階の進んだものは比較的少なかった。

これら卵が 1 網当り 10 個以上採集された場合だけに について集計してみると (第 3 表)、総卵数及び 1 網当り平均卵数でも 5 月が最高で、以後減少し、7 月・8 月には非常に少ない。又同じ資料について採集時の表面水温と卵数の百分率を図示すると (第 11 図)、分布の峯



第 13 図 卵巣卵の卵径組成
(1959年5月31日漁獲, Ow: 卵巣重量平均値)

第 4 表 成 魚 の 卵 巢 卵 計 測 表

1959 年 5 月 31 日, (N 36°-57') 19.6°C
(E 142°-30') サバ棒受網

標本番号	体 長 F L cm	体 重 g	卵 巢 重 量 g	0.5mm以上大型卵数 個
1	37.2	630.0	53.9	457,072
2	33.9	460.0	48.1	354,016
3	34.6	500.0	38.1	239,260
4	34.0	540.0	34.1	219,600
5	32.8	420.0	34.0	194,480
6	34.6	500.0	32.2	206,724
7	32.8	450.0	30.5	195,810
8	33.6	490.0	30.1	180,600
9	31.6	380.0	20.0	196,000
10	34.3	500.0	12.1	25,652
11	33.8	420.0	10.5	59,220
12	32.6	400.0	9.9	52,272

13図)、此の水域にも産卵群が回遊していることが確められた。漁獲物の体長は 30~37cm, 平均卵巣重量 39.9g であつた。この群の卵巣卵の卵径組成を卵巣重量の大きさの順に配列して第 13 図に示す。卵巣重量 10g 前後では未熟であるが、20g 近くなると卵径 0.6mm 台に大型卵団が現れてくる。30g 台になると 0.6mm 台のモードは明瞭な成熟卵団を形成する。放出卵の大きさは略々 0.90~1.20mm 位であるから、卵径組成及び卵巣重量からみても、産卵と密接な関係をもつものと考えられる。但し 10g 前後の小型卵巣が 卵放出後のものであるかどうかは不明であつた。

又 0.5mm 以上の大型卵群の卵数は重量法によつて計測した結果、第 4 表に示されている様に約 26,000 から 460,000 個と推定された。結局、成熟卵をもつ成魚の漁獲、天然卵の 採集又は発生直後とみられる稚仔の出現からみて東北海区の主として南部近海(常磐沖)で初夏の候マサバが産卵するものと認められる。

考 察

東北海区におけるサバの産卵についての知識は極めて少いので、従来この水域が日本近海 サバ資源の補給場としてどの程度重要性をもつものか明らかでなかつた。

対馬暖流調査報告書 (1958) によれば、成熟卵をもつ個体は 1 才群で 45%, 2 才 72%, 3~4 才 95% とされ、2 才魚では卵巣重量 20g 以上、3~4 才では 30g 以上で成熟卵をもつ個体は、全てその年の産卵に参加するといわれる。各年令群とも卵巣重量は春先から急速に増大して、5 月・6 月には最大となり、以後減少して 8 月には成熟群はみられなくなると言う。又、フォーク長 30~35cm のサバでは、卵巣重量 40~100g で、60g 前後が多く、生物学的最小形は 25.7 又は 27.5cm といわれる。これからみれば 本報告で述べた成魚は産卵群又はそれに非常に近い群とみることができる。

神谷 (1916) は館山湾におけるサバ卵の出現期は 4 月~7 月までであると述べ、東京都水試の調査 (1952, 1955) では大島近海のマサバの生殖腺重量は 4 月に最高を示し、以後減少するが、年によつては熟卵をもち乍ら産卵せずに通過(北上)する群があるという。何れにしても我が国重要漁場の一つである東海水域では 春先から初夏にかけて産卵が行われることは明らかなり、これに隣接した東北海区南部でこの時期又は それに引続いて産卵が行われるものと考えられる。本調査では 4 月の曳網が極めて少なかつたが、恐らく 4 月にも卵・稚仔は相当採集されるものと推定される。東北海区で産卵群は一部採捕することができたが、福島県以北の水域では秋季八戸沖のサバを除いて、30cm 以上の大型魚が漁獲されていない。高野等 (1955) によれば、三陸北部近海のサバは魚体及び成熟状態からみて東海区の春産卵群とは異なるものと推定しているが、同調査で“ちば丸”は 35.0cm, 42.0g の成熟魚を漁獲しており(千葉水試 1951)、川上氏(ちば丸漁撈長)談によれば、此の海区の大型サバは年によつて 8 月初旬まで熟卵をもっているが、その後は小さくなるという。このことは三陸北部水域における 7 月・8 月の卵・稚仔の出現と一致している。何れにしても東北海区における産卵群の行動は今のところ明確ではない。

さて東北海区南部水域では、初夏の候黒潮勢力の北上が盛んであつて、卵・稚仔は当然産卵場所より北へ漂流すること、又黒潮前線の流路から考えて沖合へ拡散することが予想される。発生実験の結果(神谷 1916)では、平均水温 19.5°C において孵化までに約 2 昼夜を要し、孵化仔は 2.7~3.0mm と云われる。孵化日数は比較的短いので、本調査で採集された卵及び大部分を占める小型仔魚が それ程遠くから運ばれて来たとは考えられない。又東北海区北部に於いては津軽海峡西部の日本海産卵群に由来する稚仔の流入も考えられる。併し金華山以北における卵・稚仔の分布密度は金華山以南の常磐水域における程密でなく、又出現時期のずれもあるので、それ程大きい影響を及ぼしているとは考えられない。

表層曳稚魚網採集による標本では、昼夜による採集数或いは体長組成に差があることが各種魚類で認められている。サンマでは成長と共に游泳能力の増大に伴う網の回避及び昼夜による深浅活動等の生態的変化が、成体型(adult form)を完成する形態的変化の時期と一致することが報告されている(小達 1958)。サバでは後期仔魚期 post-larval stage の後半、各鰭の完成する時期(全長 30~50mm)に生態的変化を起こすも

のといわれる。今回の調査でも大型稚魚は殆んど採集されなかつたが、夜間灯火で集めタモ網で採捕したものは(5月塩屋崎沖)体長52.0~90.0mmのものがあり、稚魚網で採集され難い大型稚魚が游泳していることが推定される。

又サバの産卵は一般に沿岸水域(大陸棚附近まで)で行われると言われるが、既に報告したカタクチイワシの場合(小達 1957)と同様、東北海区ではかなり沖合水域まで分布している。このことは此の水域における海況の特殊性に影響されることが大きいが、沖合性のこれら稚魚がサバ、カタクチイワシ等の所謂沿岸資源とどのような関係にあるか、今後研究すべき重要な事と思われる。

ゴマサバとの関係について明らかにすることは出来なかつたが、田ノ上等(1960)は大島近海でゴマサバの産卵期は3~5月と報告しているので、これらの稚魚が東北海区南部水域へ流すことが予想される。併し本調査ではその稚魚は識別し得なかつた。

摘 要

東北海区において表層曳網(5分間曳網)で採集されたマサバの卵・稚仔及び棒受網で漁獲した成魚の卵巣等について考察した。

1. 東北海区におけるマサバ卵・稚仔の出現期は4月~8月までで、5月に最も多く採集された。
2. 分布の中心は5月・6月本海区の南部近海(常磐沖合)で、金華山以南の約200哩以西水域である。
3. 採集率及び平均個体数について最も多く採集された水温は、稚仔では5月17°C、卵では同月18°Cであつたがその後採集水温は高い方へ移行する。
4. 表層曳網で採集される稚仔の体長は10mm以下が主体であるが、15~25mmの大型稚仔も沿岸と沖合の水域で採集される。
5. 30cm以上の大型魚の卵巣卵ではモード0.6mmの成熟卵団が認められる。常磐水域では5月を中心にサバの産卵が行われるものと考えられる。

文 献

- 阿部宗明・高島百合子(1958): 日本近海産サバの二型間に見られる二種の背部担鰭骨の相異に就いて 魚学誌 7 (1)
- 福島水試(1958): サバ資源調査報告 福島水試事業報告
- 北水研・北水試(1955, 1956): 北海道区資源調査要報 11, 13
- 神谷尙志(1916): 館山湾に於ける浮性魚卵並に其稚仔 水講試報 11 (5)
- 笠原 昊・伊東英世(1953): サバの生態 水産庁漁業科学叢書 7
- 村上子郎・早野孝教(1956): 本邦近海産サバの背部担鰭骨数について 日水会誌 21 (9)
- 農林省統計調査部: 農林漁獲統計表 1952年~1958年
- 小達 繁(1957): 東北海区に於けるカタクチイワシに就て 東北水研報告 9
- 〃 (1958): サンマの形態学的研究 東北水研報告 11
- Sette, O.E. (1943): Biology of the Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*) of North America, Bull. Fish & Wild life Service, U.S. Dept. Interior, 50
- 水産庁(1958): 対馬暖流開発調査報告書 第4輯
- 高野秀昭・花戸忠夫(1955): 岩手県北部沿岸におけるサバのはね釣 魚学誌 4 (4/5/6)
- 田ノ上豊隆・倉田洋二・徳留陽一郎(1960): ゴマサバの海域別産卵期の考察 日水会誌 26 (3)
- 東京都水試(1952, 1955): 東京都水試事業報告 昭和 26, 28 年度
- 矢部 博(1953): ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus* と推定される後期仔魚と稚魚(予報) 南海区水研業績集 1

EGGS AND LARVAE OF FLATFISHES IN THE COASTAL WATERS OF HOKKAIDO*

V

EMBRYONIC DEVELOPMENT OF THE FLATFISH, *XYSTRIAS GRIGORJEWI* (HERZENSTEIN)

By

Tatsuo YUSA

Introduction

This paper is one of a series in connection with the eggs and larvae of flatfishes in the coastal waters of Hokkaido, and deals with the normal embryonic development of the flatfish *Xystrias grigorjewi* (HERZENSTEIN).

The writer operated artificial fertilization of this fish at the Research Laboratory of the Hakodate Station Hokkaido, and observed the egg development and hatched larvae.

The determination of the character of the eggs and early larvae may be recognized at any stage of development. Thus this knowledge may serve to locate the spawning grounds, the schools of spawning fish and also the spawning season. The pelagic fish eggs and early larvae may be collected by the tow net at the surface of the sea water.

Adequate bases for differentiation of the embryological and early larval forms of the various species would be of great value in problems of taxonomy and zoogeography, as well as in determining the origin of exploitable stocks.

Here the writer thanks Prof. Dr. Isao Motomura of the Biological Institute of the Tôhoku University for his kind advice.

Methods and observation

Commercial fishing for *Xystrias grigorjewi* are carried on throughout the year, but fishing quantity are little except in May and June in the coastal waters of Hokkaido, namely the best fishing season of this species are May and June, and corresponds closely with the maximum spawning season as already presented by Hikita¹⁾. Ôuchi²⁾ described that the most active spawning season of this species is February in the west of Hyôgô Prefecture in the Japan sea. Thus the peak of the spawning season begins earlier than in the northern fishing grounds.

The animals, from which eggs or milts were obtained, were caught by set-line to the Tsugaru Strait in southern Hokkaido, on June 6th 1955. The standard body length of the

※ Contribution No. 172. from the Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory.

female was 28.2 cm (All body weight 285g) and that of the male 24.1 cm (185g) in the present study. Both testes and ovaries were treated for artificial fertilization by the ordinary dry method. The eggs were transferred into fresh sea water of the density of 1.0248 (15.0°C) at a few minutes after fertilization. The sea water was changed frequently during the development to keep the eggs from contamination. The vessels containing the egg were kept in running tapwater of 12.5° to 13.0°C.

The development was observed under the ordinary microscope, and observations were made in most cases with living eggs, and the time and stage of development were checked at frequent intervals.

Eggs

The mature eggs of this species, when emitted, appear as a fluid mass and spherical as other flatfishes, starry flounder *Platichthys stellatus* (PALLAS)³⁾, *Lepidopsetta mochigarei* SNYDER⁴⁾. The eggs, when hardened in water are colorless, transparent and become spherical with an average diameter of 1.040 mm (1.032-1.067 mm) at one hour after the fertilization.

Specific gravity of the mature unfertilized eggs and fertilized eggs are less than that of sea water; therefore, the eggs float dispersedly near the surface of the sea water with their vegetal pole directed upwards, while they sink when dead or dying.

The chorion is transparent and measures 6-7 μ in thickness; under high magnification a fine pattern of irregular reticulate marking is observed at the surface of the chorion until the time of hatching. The eggs have no oil globules. The micropyle was not observed clearly because it is always placed directly beneath the egg in the sea water with the observation by the ordinary microscope.

Development

The egg is fertilized, a small perivitelline space appears between the chorion and the delicate plasma membrane at about 20 minutes after fertilization. The protoplasm can not be observed in the unfertilized mature egg, but it is observed when it begins to concentrate at the lower pole of the egg. They float in the sea water with the vegetal pole directed upwards. The accumulation of the protoplasm at the animal pole is completed within two hours after fertilization. The blastodisc are very pale yellowish and the yolk are transparent being entirely colorless (Pl. I, Fig. 1).

The first cleavage was observed at about two and a half hours after fertilization (Pl. I, Fig. 2). This first division divided the blastodisc into two about equal blastomeres, roughly semi-circular in shape, and flattened at their margin, when viewed from the cleavage plane (Pl. I, Fig. 3). Segmentation of this species takes the form of the typical meroblastic cleavage as in the pelagic teleostean eggs.

At about three and a half hours after fertilization, the second cleavage, also meridional and right angles to the first plane of cleavage, results in the restoration of equality in the two axes of the blastoderm. The 4-cell stage is completed by the second cleavage (Pl. I, Figs. 4, 5).

At about four hours and 40 minutes after fertilization, the third cleavage is completed,

these cleavage take place on each side and parallel to the first plane of cleavage, resulting in two parallel rows of four symmetrical blastomeres each. The 8-cell stage is completed by the third cleavage (Pl. I, Fig. 6).

At about five hours and 30 minutes after fertilization, the fourth cleavage is completed, these cell divisions are meridional to divide the blastodisc. The individual cells in the 16-cell stage are nearly equal in size and form as in the pelagic teleostean eggs (Pl. I, Fig. 7). The interval between cleavages was about one hour, showing the some deviations.

The fifth cleavage is extremely difficult to follow. This cleavage perhaps takes place about six and a half hours after fertilization, the blastoderm is the one cell layer in thickness at this time, the individual cells are irregular in size, form, and position.

Further cleavages become more and more difficult to follow in the living material as the starry flounder³⁾, mud dab⁵⁾ and other teleostean eggs.

At about 11 hours after fertilization, the morula stage is completed. The blastoderm are still very pale yellowish and the yolk entirely colorless (Pl. I, Figs. 8. 9).

As development progresses, the cells become so small as to be indistinguishable in the living material. As the result of these changes the entire egg assumes an appearance similar to that of the fully developed blastodisc stage. This stage is known as the blastula stage, which stage is reached at about 17 hours after fertilization. At about 20 hours after fertilization, the blastodermal cap hanging below the surface of the yolk, the outer surface, forming a gentle curvature, is almost a continuation of the outline of the yolk. At this stage, around the periphery of the blastodermal cap a narrow band of protoplasm, the periblast, forms a collar surrounding the proximal portion of the yolk (Pl. I, Figs. 10. 11).

At about 26 and a half hours after fertilization, the germinal ring is easily observed when viewed from the side, and reaches the early gastrula stage (Pl. I, Figs. 12, 13). Shortly thereafter the germinal ring (Pl. I, Fig. 14. G.R.) is visible, the embryonic shield (Pl. I, Fig. 15. E.S.) is present at one part of the germinal ring.

At about 29 hours after fertilization, the embryonic shield grows to a broad area and the gastrula stage is established. The excessive constriction of the yolk by the germinal ring could not be observed in this species.

At about 31 hours after fertilization, the germinal ring reaches to the equatorial plane. At about five hours after fertilization, at this stage the growth of the epiboly reaches about three-fourths of the egg surface (Pl. I, Fig. 16).

At about 39 hours after fertilization, the germinal ring advances beyond the equatorial plane of the yolk and is sufficient to cover nearly four-fifths of the yolk surface. After passing the equatorial plane, the embryonic area becomes thick. There is as yet no evidence of the optic vesicles, Kupffer's vesicle and other organs in connection on the living material.

At about 45 hours after fertilization, the blastopore is at the stage of just before closure. The dorsal ridge which protrudes into the perivitelline space at the head, and the optic vesicles are observable at the two sides of the head region. The embryo has one or two pairs of mesodermal somits in the central region of the embryo. The posterior region of the embryo is formed as a marked thickening along the median line, and the

Kupffer's vesicle is marking its first appearance (Pl. I, Fig. 17).

At about 51 hours after fertilization, the blastopore is completely closed. At this stage about five pairs of mesodermal somites are counted. The Kupffer's vesicle is clearly observed, embedded in the yolk near the posterior end of the embryo. The optic vesicles are clearly observable at the two sides of the head region, but without pupils of the eyes, and when viewed from above can be seen to protrude beyond the general outline of the head. There is as yet no evidence of pigmentation (Pl. I, Figs. 18, 19).

At about 69 hours after fertilization, the embryo covers more than half the circumference of the yolk, the Kupffer's vesicle completely disappear. The posterior part is not freed from the yolk sac. The lense of each eye had been visible at this stage. The heart is indicated by a slight bulge of the body wall into the yolk just below the nape. A few scattered minute black specks give the first indication of pigmentation on all parts of the body, which are yellowish and rather opaque as a whole (Pl. I, Fig. 20. Pl. II, Fig. 21).

At about 75 hours after fertilization, the length of the embryo extends approximately three-quarters around the circumference of the yolk sphere. The tail has freed from the yolk sac as a result of the growth of the tail and there is observed a delicate fin fold at the tip of the tail. The intestine appears as a long tubule at the ventral side of the embryo (Pl. II, Fig. 22).

The three divisions of the brain can be readily distinguished in the head of the embryo. The olfactory capsules make their appearance immediately anterior to the eyes, and yellow-brownish auditory vesicles can be observed posterior to the eyes. The heart of the embryo was observed to beat and minute corpuscles which appear to be colorless are moved about in the heart chamber during each beat. The chromatophores of the embryo become black stellate chromatophore, on the other hand, minute black specks of chromatophores are observed on the surface of the yolk sac.

At about 94 hours after fertilization, the embryo nearly surrounds the yolk sac. Spasmodic movements of the embryo are observable at this stage. The yolk is absorbed, the yolk sac is smaller than in the preceeding stage (Pl. II, Fig. 23).

The larvae hatched out head first, through the rupture of the chorion at about 100 hours after fertilization. The empty chorion settles quickly to the bottom.

Larval development

The newly hatched larvae (Pl. II, Fig. 24) are 2.80–3.00 mm in total length. They are slender, dilicate and transparent. The somits are observed readily to number about 41. The body of the larva is symmetrical with a long trunk, nearly circular in cross section, and gradually tapering posteriorly. The yolk sac remains relatively large, which is ovate elliptical in form. Because of the buoyancy of their large yolk sacs, the larvae float helplessly upside down at the surface of the water. But the larvae may swim upside down by energetic flutterings of their talis.

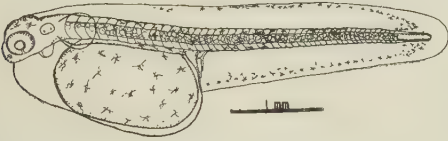
The head region is flexed downwards over the yolk sac, as derived from the pelagic egg of flatfishes, *Platichthys stellatus*³⁾, *Limanda angustirostris*⁶⁾, *Hippoglosoides dibiis*⁶⁾, *Kareius bicoloratus*⁷⁾. The eyes measure about 260 μ along their horizontal diameter. The auditory capsules are at the sides of the head region just posterior to the eyes, they meas-

ure about 140μ in maximum diameter.

The vent is located just at the posterior margin of the yolk sac and about half the length of the body from the tip of the head; the value of the ratio with the distance from the tip of the head to the vent for the total body length is from 0.494 to 0.553. The rectum is quite slender at the time of hatching in comparison with that of the larvae of other flatfishes which come from the demersal eggs.

The median larval fin fold is beginning to appear at the dorsal surface of the head, continuing to about the posterior end of the trunk; it extends anteriorly to the anus as a ventral fin fold. The pectoral fins appear as minute transparent fan-like structures on both sides of the body just posterior to the auditory capsules.

The pigmentation of the larvae is the most important character for recognition. The larva of this species closely resemble those of the starry flounder *Platichthys stellatus*³⁾; however, it can be distinguished from the chromatophore on the fin fold as reported by the writer in Part I³⁾. The larva of this species has chromatophores V-shaped on the dorsal and ventral fin fold. On the other hand, the larva of *Microstomus stelleri* (Text-fig.) has the form V-shaped on fin fold: however, we can distinguish it from the larva of this species in the points that the chromatophore is observed along the dorsal and ventral fin fold. These chromatophore group of V-shaped is constructed by the black and yellow chromatophores in both species. We can not observe excepting that the black stellate chromatophores are distributed sparsely over the body or head region, and yellowish denticritic of stellate chromatophores on the yolk sac.



Text-fig. The larval fish soon after hatching of *Microstomus stelleri*
SCHMIDT

At three days after the hatching, the mouth and the vent is opened, and the yolk is absorbed. The pattern of pigmentation is essentially the same as at the time of hatching, but the pigmentation of the eye and head region become a little darker than in the newly hatched larvae.

At five days after the hatching (Pl. II, Fig. 25), the larvae are from 4.22 to 4.31 mm in total length. The yolk is absorbed, when the head extends free from the yolk sac, which is now about 0.65 mm in length and 0.28 mm in depth. The mouth and the jaws are functional. In the newly hatched larvae the vent is located at about half the length of the body from the tip of the head, but at this stage of development the vent becomes large and it is located far anteriorly; the value of the ratio with the distance from the tip of the head to the vent for the total body length is from 0.379 to 0.400 (The value of the ratio of seven days old larvae is about 0.40). These value of ratio are changed from the newly hatched larvae stage.

The larvae move the pectoral and caudal fins in typical swimming movements and they are able to keep themselves at any level in the jar. Incipient larval rays are evident as supports in the caudal portion of the fin fold. The pattern of pigmentation is essential-

ly the same as at the time of hatching. The pigment appears as minute black specks in the eyes. At this stage, slightly heavy pigmentation part of the black chromatophores is observed at the nearly posterior end of the trunk.

At seven days after the hatching (Pl. II, Fig. 26), the larvae are about 4.4 mm in total length, it is symmetrical with a long trunk and gradually tapering posteriorly. The eyes are jet-black in color. Two or three greatly expanded dentritic chromatophores are sparsely distributed over the surface of the dorsal and ventral fin fold. At this stage the well-developed larvae swim actively near the surface of the water, the swim will be suspended by the tremble of the water and the larvae has S-shaped form of body between the suspend in the swim.

At ten days after hatching, the larvae is called post-larvae having absorbed the yolk completely, under laboratory conditions.

The writer was not able to keep alive the larvae for more than 12 days after hatching.

Summary

In present paper, the normal course of development in the flatfish *Xystrias grigorjewi* (HERZENSTEIN) was reported.

The animals, from which eggs or milts were obtained, were caught by set-line to the Tsugaru Strait in southern Hokkaido, on June 6th 1955. The standard body length of the female was 28.2 cm (All body weight 285 g) and that of the male 24.1 cm (185 g) in the material used in the present study. Both testes and ovaries were treated for artificial fertilization by the ordinary dry method. Fertilized eggs were reared in sea water of the density of 1.02484 (15.0°C) at a few minutes after fertilization and under the temperature the range of 12.5° to 13.0°C.

The results are summarized as follows;

1. The unfertilized mature eggs and fertilized eggs float separately at the surface of the water.
2. Artificially fertilized eggs undergo meroblastic cleavage, which is typical in the teleost eggs, and they hatch out at about 100 hours after fertilization.
3. The mature unfertilized eggs were activated by sea water.
4. The eggs were spherical in form, 1.032–1.067 mm in diameter (average diameter 1.040 mm) at one hours after fertilization.
5. The chorion is transparent and thin, measuring 6–7 μ in thickness. A fine pattern of irregular reticulate marking is observable on the surface of the egg chorion to the time of hatching.
6. The protoplasm can not be observed in the unfertilized mature egg, but it is observed when it begins concentrate at the lower pole of the egg. It is pale yellowish in color and the yolk is transparent, not colorless.
7. The eggs contain no oil globules.
8. The period of time between cleavage is about one hour from the 2-cell stage to the 16-cell stage.
9. The larvae hatched out head first, through the rupture of chorion. The empty chorion settles quickly to the bottom.

10. At ten days after the hatching, the larvae are called post-larvae having absorbed the yolk completely.

11. The writer was not able to keep alive the larvae for more than 12 days after hatching.

Bibliography

- (1) Hikita, T. (1934) Flatfishes found in Northern Japan. *Bull. School Fish., Hokkaido Imp. Uni.*, 4, 279-282. (Japanese)
- (2) Ōuchi, A. (1954) Breeding of some species of flat fish in Japan Sea. *Ann. Rep. Japan Sea Reg. Fish. Res. Lab.*, (1), 17-25. (Japanese)
- (3) Yusa, T. (1957) Eggs and Larvae Flatfishes in the Coastal Waters of Hokkaido. I. Embryonic Development of the Starry Flounder *Platichthys stellatus* (PALLAS). *Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, (15), 1-14.
- (4) ———, —. (1958) Eggs and Larvae of Flatfishes in the Coastal Waters of Hokkaido. III. Post-embryonic Development and Larvae of the Flatfish *Lepidopsetta mochigarei* SNYDER. *Ibid.*, (18), 1-9.
- (5) ———, —. (1960) ———. IV. Embryonic Development of Mub Dab, *Limanda yokohamae* GÜNTHER. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, (17), 15-30.
- (6) ———, —. (1953) Embryonic development of the *Limanda angustirostris* KITAHARA. *Report of the survey of fisheries resources from the Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab.*, (6), 86-90. (Japanese)
- (7) ———, —. (1954) Embryonic development of the Stone Flounder, *Kareius bicoloratus* BASILEUSKY. *Ibid.* (9), 60-63. (Japanese)

— 和 文 抄 録 —

北海道周辺水域に於けるカレイ類の卵と稚魚

第 5 報

ムシガレイ *Xystrias grigorjewi* (HERZENSTEIN) の発生

遊 佐 多 津 雄

本種の発生についてはいまだ知られていないので、こゝに報告する。

昭和 30 年 6 月 6 日、9 日の両日函館市沖合のカレイ刺網で漁獲された本種の成熟親魚より採卵、採精し夫々数尾について乾導法人工受精を行い正常発生について実験観察を行ったが、こゝに報告する結果は第 1 回目の 6 月 6 日に、雌標準体長 28.2cm (全体重 285g)、雄 24.1cm (185g) の親魚を使用した場合の結果である。

飼養海水温度範囲は 12.5~13.0°C で、海水比重は 1.0248 (15.0°C) である。

其の他の実験方法は前報告の第 3⁴⁾, 4⁵⁾ 報で述べた方法と同様であり、次に観察結果を列記する。

1. 成熟未受精卵、受精卵はいずれも分離性の浮游卵であつた。
2. 卵割は一般硬骨魚のように典型的な盤状局分割を辿つて、受精後約 100 時間で孵化した。
3. 成熟卵は海水によつて活性化された。
4. 卵形は球形で、1.032~1.067mm の卵径であつた。(受精後 1 時間内に測定)
5. 卵膜は薄く、透明で、厚さ 6~7 μ で表面に微細な不規則網目構造が孵化期まで観察された。
6. 成熟卵では原形質を認めることは出来ないが、受精や、海水によつて活性化されると卵の下極(卵が海水中に浮游の状態)に原形質の集積が起ることによつて始めて(生きた材料では)原形質を認めることが出来る。この胚盤は淡黄色を呈し、卵黄は無色透明であつた。
7. 卵は油球を含まない。
8. 2 細胞期から 16 細胞期までの卵割間の時間は約 1 時間であつた。
9. 孵化稚魚は卵膜を破つて頭部より孵化し浮游するも、卵膜は直ちに沈下する。
10. 孵化後 10 日で完全に卵黄を吸収し、後稚魚期となつた。
11. 孵化後 12 日まで飼育し観察し得た。

EXPLANATION

Plate I

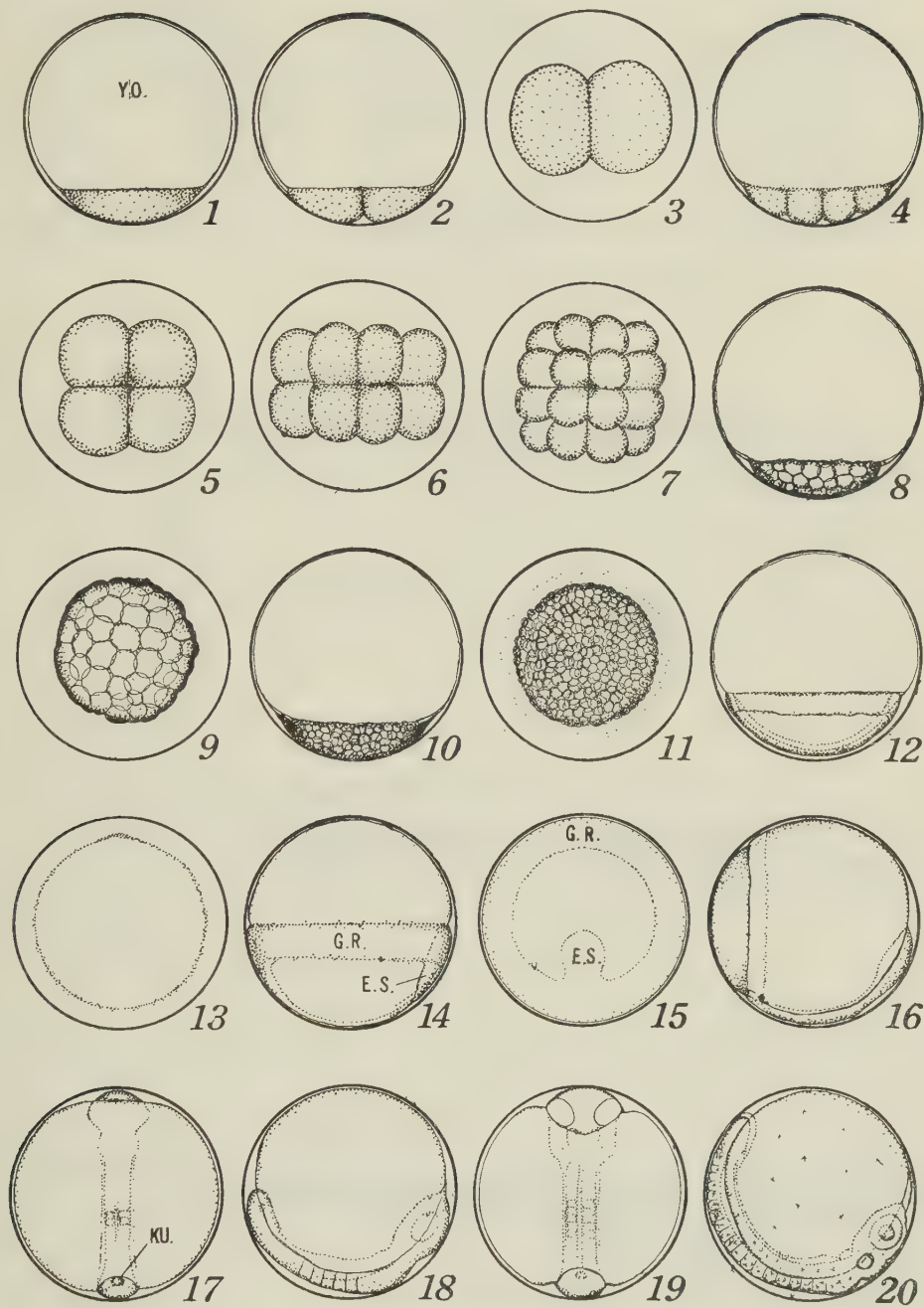
- Fig. 1. The protoplasm concentrated at the animal pole of the egg, lateral view, two hours after fertilization.— Y.O. Yolk.
- Fig. 2. The 2-cell stage, lateral view, two and a half hours after fertilization.
- Fig. 3. The same as Fig. 2, surface view.
- Fig. 4. The 4-cell stage, lateral view, three and a half hours after fertilization.
- Fig. 5. The same as Fig. 4, surface view.
- Fig. 6. The 8-cell stage, surface view, $4\frac{2}{3}$ hours after fertilization.
- Fig. 7. The 16-cell stage, surface view, five and a half hours after fertilization.
- Fig. 8. The morula stage, lateral view, about 11 hours after fertilization.
- Fig. 9. The same as Fig. 8, surface view.
- Fig. 10. The blastula stage, lateral view, about 20 hours after fertilization.
- Fig. 11. The same as Fig. 10, surface view.
- Fig. 12. The early gastrula stage, lateral view, about 26 hours after fertilization.
- Fig. 13. The same as Fig. 12, surface view.
- Fig. 14. The gastrula stage, lateral view, about 29 hours after fertilization. — G.R. Germinal ring ; E.S. Embryonic shield.
- Fig. 15. The same as Fig. 14, surface view.
- Fig. 16. Growth of the epibole reaches about three-fourths of the egg surface, lateral view, 36 hours after fertilization.
- Fig. 17. Shortly before the closure of the blastopore, ventral view, 45 hours after fertilization. — K.U. Kupffer's vesicle.
- Fig. 18. The blastopore is completely closed. The embryo has about 5 pairs of mesodermal somites, lateral view, 51 hours after fertilization.
- Fig. 19. The same as Fig. 18, ventral view.
- Fig. 20. The embryo covers more than half the circumference of the yolk, side view, 69 hours after fertilization.

Plate II

- Fig. 21. The same as Fig. 20, ventral view.
- Fig. 22. The embryo three-quarters around the circumference of the yolk sphere, side view, 75 hours after fertilization.
- Fig. 23. The embryo nearly surrounds the yolk sac, side view, 94 hours after fertilization.
- Fig. 24. Larval fish soon after hatching, side view.
- Fig. 25. Five days old larva, side view.
- Fig. 26. Seven days old larva, side view.

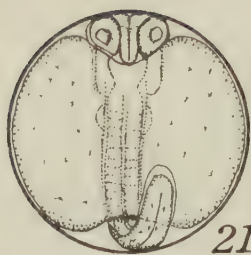
Plate I

X. grigorjewi (H.)



Palte II

X. grigorjewi (H.)

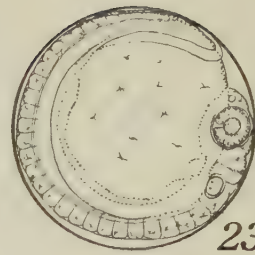


21

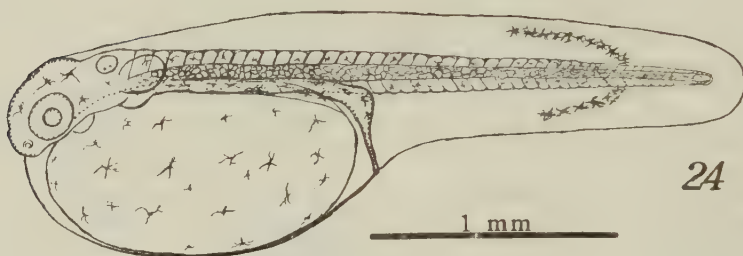
1 mm



22

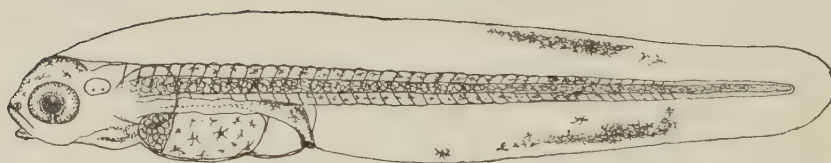


23



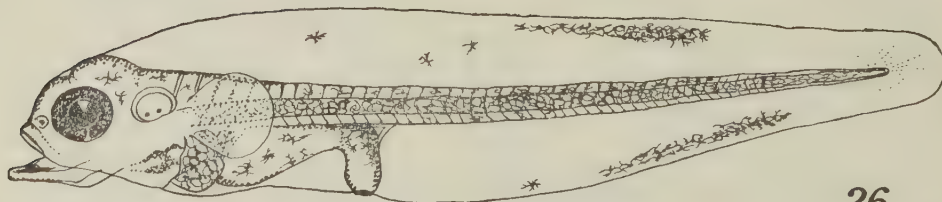
24

1 mm



25

1 mm



26

1 mm

AN EXAMPLE OF THE SHORT-PERIOD FLUCTUATION OF THE OCEANOGRAPHIC CONDITION IN THE VICINITY OF THE KUROSHIO FRONT**

By

Hideo KAWAI and Minoru SASAKI

*Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory
Shiogama, Japan*

Abstract

Basing on the oceanographic data collected in the season from late spring to early summer in 1959, the fluctuation of water mass distribution, — especially the movement of the small cold eddy along the Inner Cold Zone in the left side of the primary Kuroshio Front is discussed through the reexamination as to the courses of research vessels and spacing of stations. The distributions of the phosphate-phosphorus concentration, the colony number of the phytoplankton, and the wet weight of the zooplankton are investigated, and their changes in each water mass are compared with each other. Finally, the northward movement of the skipjack fishing-ground is discussed in relation to the hydrographic condition.

1. Introduction

The multiple ship survey east of Japan was carried out in 1957 by the Japan Meteorological Agency, the Hakodate Marine Observatory, the Kobe Marine Observatory, and the Maritime Safety Board. The main object of the survey was to obtain a fundamental knowledge on the mechanism of the northward transport of warm water (Oceanographical Section, Japan Meteorological Agency, 1957; Masuzawa, 1958).

Extending over three years, 1958 through 1960, the oceanographic observations east of Japan were carried out repeatedly in the season from late spring to early summer, operating several vessels of the Fisheries Agency and the Fisheries Experimental Stations of three Prefectures along the Pacific coast of the North-eastern Districts of Japan. This survey was planned to obtain a fundamental knowledge on the mechanism of the fishing-grounds formation in the vicinity of the warm eddy cut off from the Kuroshio Area, but, in our opinion, the expected results were not sufficiently achieved owing to incomplete equipments, shortage of hands for observations and the frequent stormy weather. However, the survey in 1959 was somewhat successful in obtaining a knowledge on the movement of the water masses. The present paper reports the principal results gained by

※ Contribution No. 173 from the Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory

* Supported in part by grants from the Agriculture, Forestry, and Fisheries Research Council.

the survey in 1959.

2. The strategy of the survey

The courses of research vessels and spacing of stations suitable to our particular requirements cannot be determined without the knowledge on the structure of water mass and current pattern. Fig. 1 shows the schematic representation of the hydrographic condition in the Polar Frontal Zone. This chart was prepared from the temperature and GEK data collected in May, 1959. Only a brief comment of the chart is given here, since a detailed description is available in the following references: Kawai (1955) and Kawai (1959).



Fig. 1. Schematic representation of the hydrographic conditions in the Polar Frontal Zone and the standard observation station. Large circles indicate the observation station with Nansen's bottle and BT, small circles the station with BT only.

At the southern extremity of the Polar Frontal Zone, the primary Kuroshio Front meanders with a narrow band of strong current of about three knots. In the vicinity of the crest of the meanders, the secondary Kuroshio Front branches from the primary Kuroshio Front, and the former has a current speed of about two knots in the shape of loop-line surrounding a warm water mass to break off into a large eddy. Along the primary Kuroshio Front, the Inner Cold Zone, the warm core, and the Outer Cold Zone stretch in parallel. At the northern extremity of the Polar Frontal Zone, very much distorted meanders of the Oyashio Front with a current speed of one knot or less are observed. Two southward protrusions of the subarctic water are called the Inshore Oyashio Branch and the Offshore Oyashio Branch respectively.

To realize our object mentioned in the introduction, the standard courses and spacing of stations were planned in advance so that the courses might cross the primary Kuroshio Front and the Inner Cold Zone in the vicinity of a crest of the meanders (Fig. 1). The

Table 1. List of observations

Period	Research vessel	Agency	Date
Obs. I	No. 8 Hakuryu-maru No. 10 Shoichi-maru	Chartered by Miyagi FES.	Apr. 29-May 2 Apr. 29-May 2
Obs. II	N0. 2 Chiba-maru Kaiyo Ryofu-maru Heiwa-Ibaragi-maru	Chiba FES. MSB, JMA. Ibaragi FES.	May 7-12, •May 13 May 10-12 May 11-12, •May 13 •May 13
Obs. III	Kaiyo Ryofu-maru Kitakami-maru Heiwa-Ibaragi-maru No. 2 Chiba-maru Kawachidori	MSB. JMA. Iwate FES. Ibaragi FES. Chiba FES. MSB.	May 14-21 May 17-20 May 14-16 May 14-16 May 14-15 May 18-20
Obs. IV	*Kitakami-maru	Iwate FES.	May 27-30
Obs. V	*Kitakami-maru Ryofu-maru	Iwate FEB. JMA.	June 3-7 June 5-6
Obs. VI	*Soyo-maru	FA.	June 10-17
Obs. VII	*Soyo-maru	FA.	June 20-25
Obs. VIII	*Soyo-maru Kitakami-maru	FA. Iwate FES.	June 30- July 5 June 29- July 3
Obs. IX	*Soyo-maru No. 2 Chiba-maru Kitakami-maru Meiyo Takuyo	FA. Chiba FES. Iwate FES. MSB. MSA.	July 8-14 July 7-13 July 8-10 July 12-14 July 8-12
Obs. X	Meiyo Heiwa-Ibaragi-maru Hayachine-maru	MSB. Ibaragi FES. Iwate FES.	July 16-23 July 16-21 July 18-19

Abbreviation of the agency name

FES. : The Fisheries Experimeantal Station of the respective Prefecture

MSB. : The Maritime Safety Board

JMA. : The Japan Meteorological Agency

FA. : The Fisheries Agency

* The data of phosphate-phosphorus and planktons are used in the present paper.

• Cf. fig. 2.

sections of the three cruises of the S.S. Kitakami-maru and subsequent four cruises of the S.S. Soyo-maru actually made corresponded as the exigencies of weather and instrumental failure would permit.

Since the Inner Cold Zone along the northern edge of the primary Kuroshio Front is an obstacle to the movement of the skipjack, the oceanographic stations should be so close as we may deliniate the Inner Cold Zone. Taking the width of the Inner Cold Zone into consideration the BT stations in the present survey were at intervals of 15 nautical miles, while the casting of Nansen's bottle and the hauling of plankton nets were made at every other BT station. On the other hand, the surface temperature was measured every hour on a cruise. However, the discrepancy in observation time makes the discussion of the excessively small structure in the transient state meaningless.

Let c denote the propagation velocity of characteristic pattern such as the front, the ridge and trough of the meanders of isotherms, or the isolated eddy. Let Δd denote the distance between two adjacent stations. When the discrepancy in observation time between the two stations is Δt , the characteristic pattern may move by the distance $c\Delta t$. If Δd is greater than $c\Delta t$, the movement of the characteristic pattern cannot reach the adjacent station, but if this condition is not satisfied, the close network of stations becomes meaningless.

According to the analysis by Fuglister and Worthington (1951), two meanders of the Gulf Stream front moved eastward at a rate of about 11 nautical miles a day, namely— at a speed of 0.46 knot. Multiple ship survey in the vicinity of the Kuroshio Front in 1957 shows that the Kuroshio Front moved northward at a rate of about 12 nautical miles a day, namely — at a speed of 0.5 knot (Masuzawa, 1957). Accordingly, we can assume that c is about 0.5 knot. It is readily seen from the standard observation course in fig. 1 that the considerable discrepancy in observation time appears in the following couples of stations: Stations 6-13, 14-21, 2-9, 10 17, and 18-25. Further, the discrepancy becomes more glaring between the stations on the latitudes of 37°N and that on 37.5°N . Since the distance between every couple of stations mentioned above is about 30 nautical miles, the condition $\Delta d > c\Delta t$ requires that Δt is smaller than 60 hours, namely — 2.5 days. Inspecting the actual observation time in the present survey, the discrepancy in time between adjacent stations did not exceed 2.5 days except the stations on the two lines of latitudes of 37 and 37.5°N . Fortunately, the estimated speed in the movement of the cold eddy was less than 0.5 knot as is shown in the next section, therefore the present plan of spacing station is considered to be successful in describing hydrographic condition.

Listed in table 1 are the cruises of the observation which furnished the data used in the present paper. The vessels of the Fisheries Agency and the Fisheries Experimental Stations were operated by our plan, but others than the above were by the respective plan independent of ours.

3. Fluctuation of the water mass distribution

Fig. 2 illustrates the distribution of temperature and chlorinity at the sea-surface and at a depth of 50 m for ten successive periods, including all the data taken from the vessels of various agencies in Japan (Table 1). On contouring iso-lines, the continuity of the time change of iso-lines pattern and the parallelism between isotherms and isohalines are taken into consideration.

To investigate the movements of water masses, a representative figure was prepared from the isotherms at 50 m. The areas having a temperature below 13°C , in the chart showing temperature distribution at 50 m (Fig. 2), are indicated by the densely dotted area in fig. 3. Similarly, the areas having temperatures between 13 and 16°C , between 17 and 21°C , and above 21°C are indicated by rough dots, hatch, and meshes respectively. The warm water mass B had been already cut off by the end of April (Obs. I), while the warm water mass A was cut off about the first half of June (Obs. V and VI).

The most interesting phenomenon is the separation and movement of small cold eddy. The central part of this cold water mass is designated by letter C in fig. 3. The extension

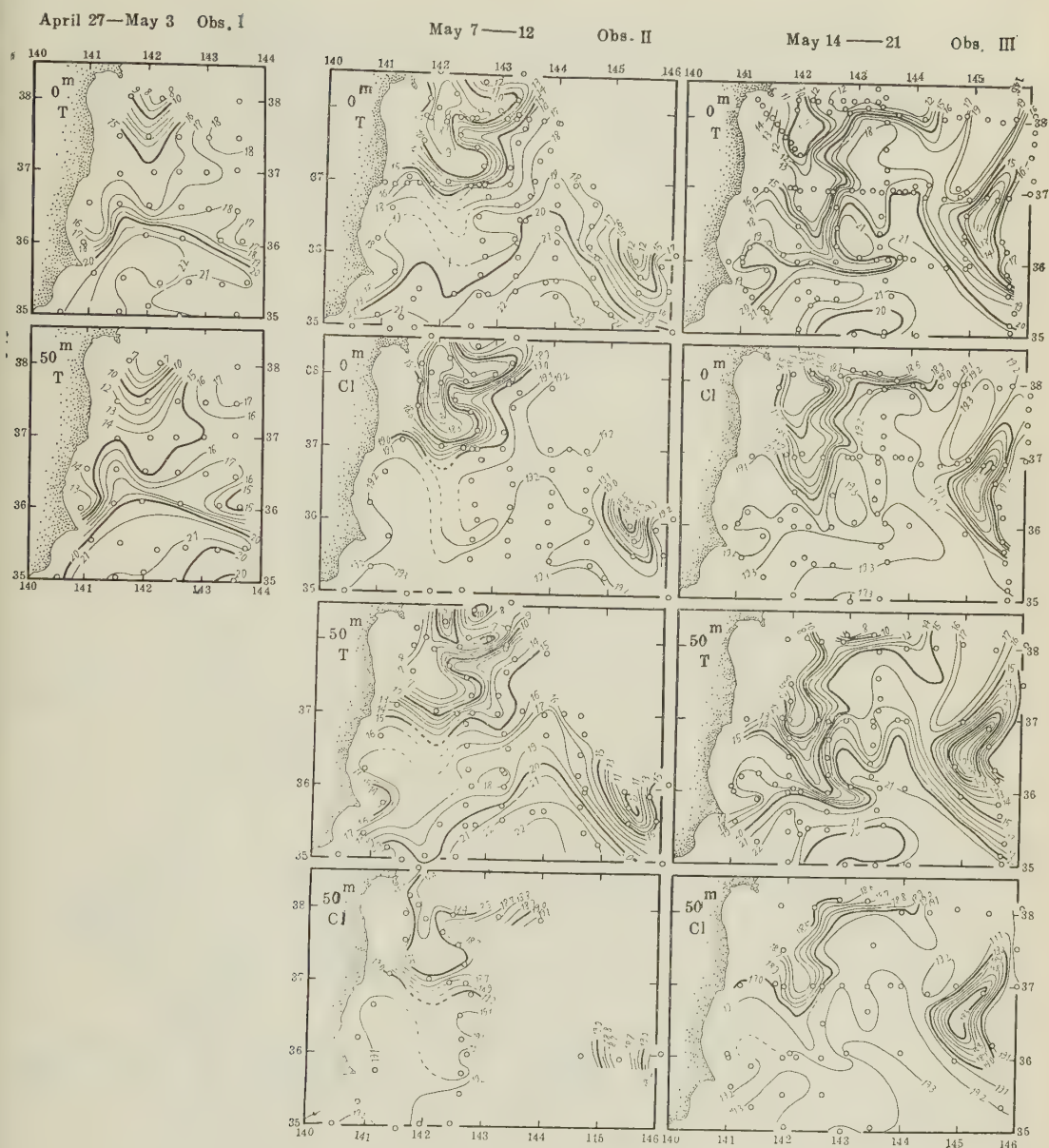


Fig. 2. Horizontal distribution of temperature and chlorinity at the surface and 50m. Open circles indicate the location of observation. Closed circles in Obs. II indicate the station occupied in May 13 as shown in table 1.

top of the Inshore Oyashio Branch moved southward and touched the northern edge of the primary Kuroshio Front about the beginning of June (Obs. V). Subsequently, it was isolated and formed a small cold eddy about the middle of June (Obs. VI), and it moved slowly eastward along the northern edge of the primary Kuroshio Front till the middle

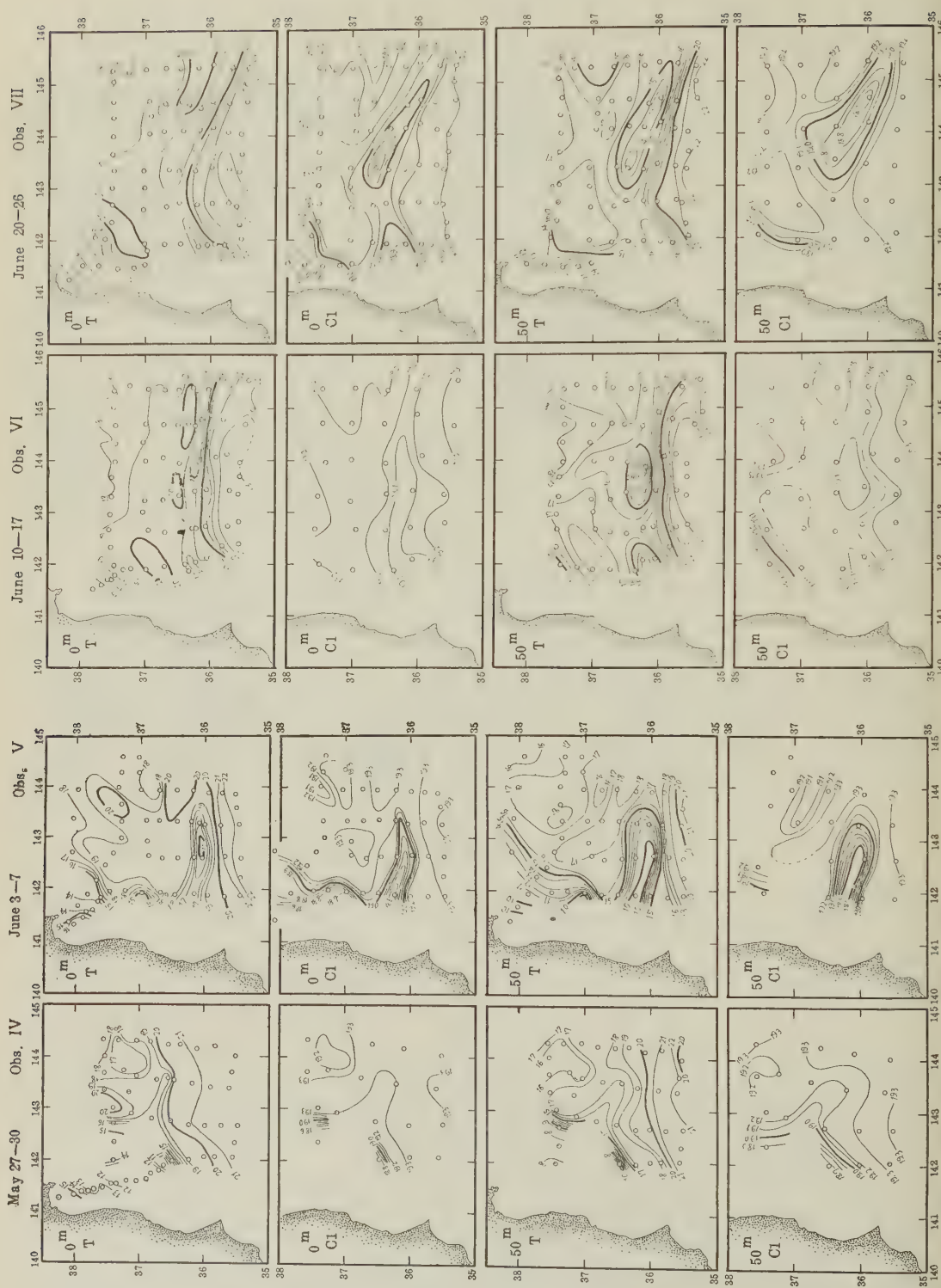


Fig. 2. Horizontal distribution of temperature and chlorinity at the surface and 50m.

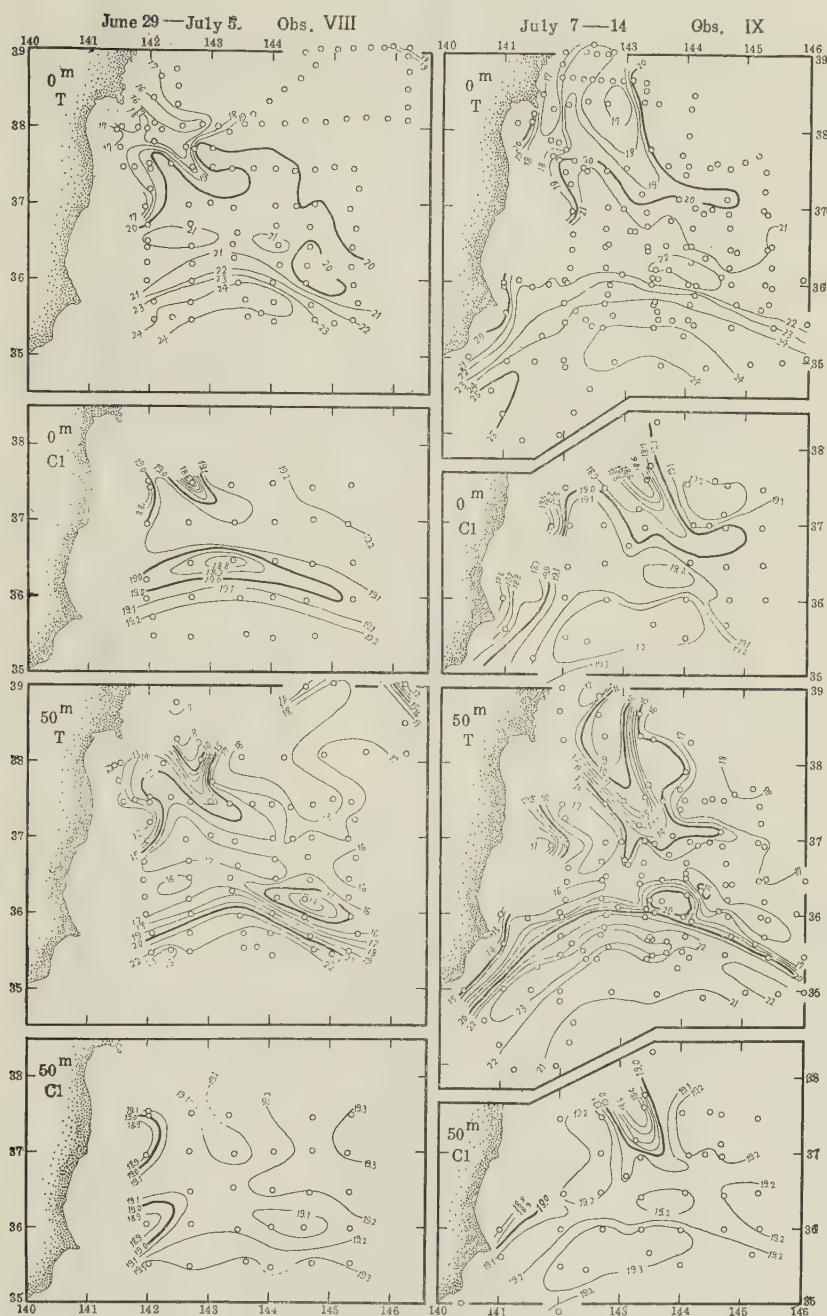


Fig. 2. Horizontal distribution of temperature and chlorinity at the surface and 50m. Open circles indicate the location of observation.

of July (Obs. IX). The mean speed of the movement of this eddy is estimated in table 2.

From table 2 it will be seen that the cold eddy moved with a velocity of about 0.2 knot at the beginning, but its speed was reduced to that less than a half when the eddy reached the meridian of 144°E . This speed is about one tenth of that estimated by Masuzawa (1958). The discrepancy in the speed of the cold eddy between Masuzawa's estimation and ours is due to the differences in the character of the cold eddy and in the field condition around it. In Masuzawa's case, the temperature at 100 m in the center of the cold eddy is between 1 and 4°C , therefore it is the Oyashio water transported freshly from the pure Oyashio Area. The temperature gradient at the northern edge of the cold eddy is small, and the counter current is scarcely found or is very weak. On the other hand, in our case, the temperature at 100 m in the center of the cold eddy is about 6°C at the beginning and about 12°C at the end, therefore it is a mixture of the Oyashio and the Kuroshio. Further, there is a very warm water to the north of the eddy, and it is presumed that the speed of the counter current at the northern edge of the eddy is comparable to the current speed at the southern. Accordingly, the cold eddy in our case cannot move eastward so swiftly as the current along the northern edge of the primary Kuroshio Front flows. This phenomenon is similar to the fact that a typhoon or hurricane does not move so swiftly as the wind blows violently around it. Anyway, it is worthy to note that the small cold eddy in the Inner Cold Zone does not always move with the speed comparable to the current speed at the northern part of the primary Kuroshio Front.

As the cold eddy in the Inner Cold Zone moved very slowly in 1959, we succeeded in estimating its speed. However, a simultaneous observation is much desired, as a rapid change may occur under certain circumstances.

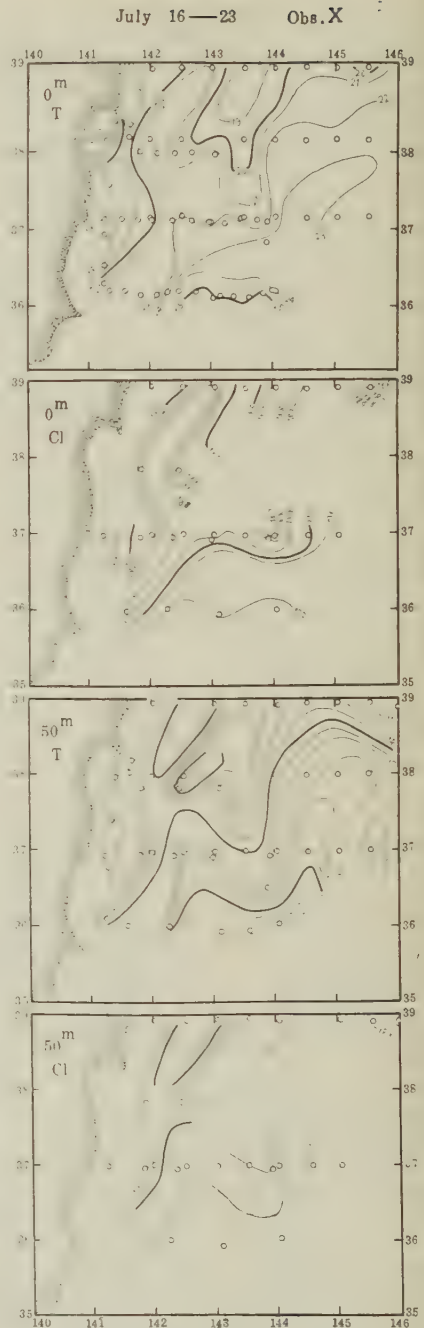


Fig. 2. Horizontal distribution of temperature and chlorinity at the surface and 50m.

Short-period fluctuation of the oceanographic conditon

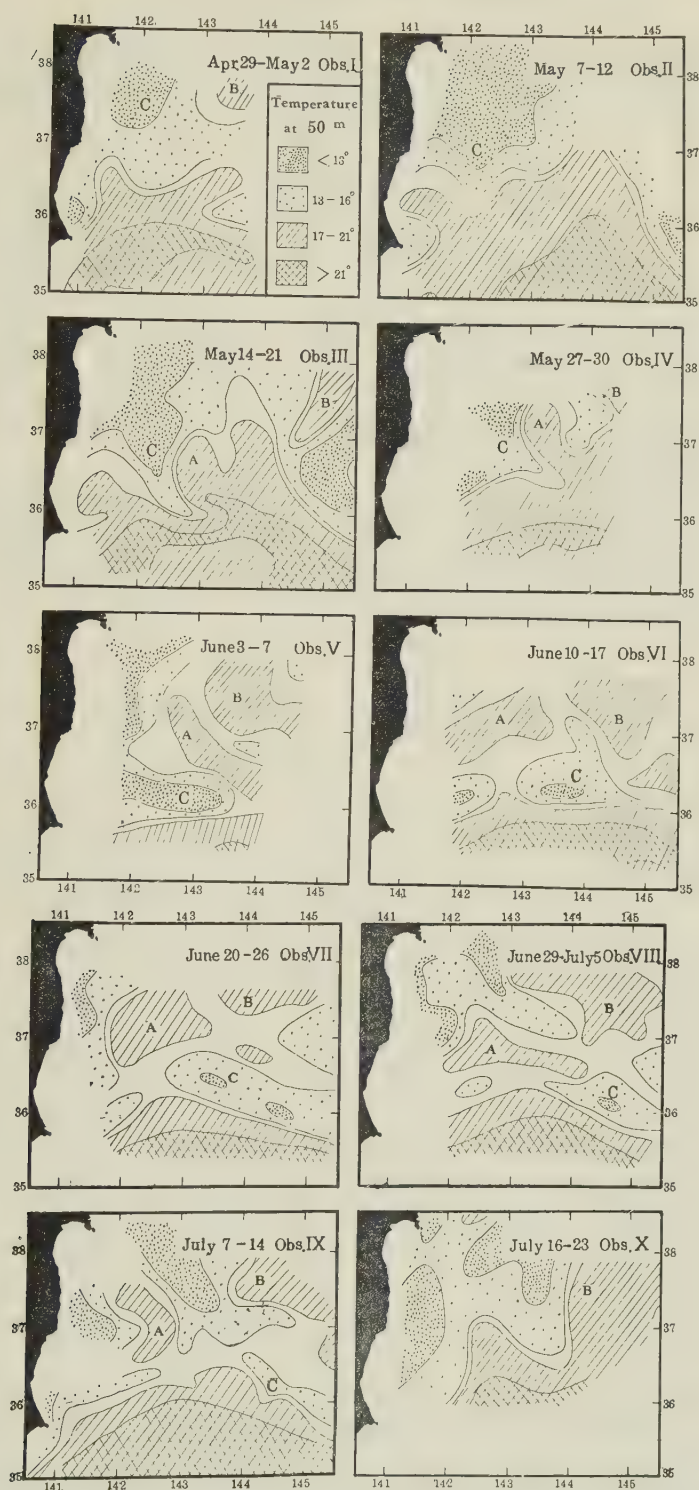


Fig. 3. Schematic representation of the water mass movement. The letters A, B, and indicate the water masses identified by the change of isotherms pattern at 50 m.

Table 2. Estimation of the speed of the small cold eddy moving along the Inner Cold Zone

Cruise	Kitakami-mar (2)	Kitakami-mar (3)	Soyo-mar (1)	Soyo-mar (2)	Soyo-mar (3)	Takuyo
Station No.	St. 1	St. 13	St. 32	St. 33	St. 42	St. BT245
Date	May 27 03h	June 4 04h	June 14 22h	June 23 06h	July 4 00h	July 11 02h
Latitude	36°30'N	35°58'N	36°14'N	36°14'N	36°13'N	36°23'N
Longitude	142°00'E	142°40'E	143°51'E	144°07'E	144°32'E	144°16'E
Direction (degree)		135	60	90	95	310
Speed (Knot)		0.24	0.23	0.07	0.08	0.09

4. Horizontal distributions of the phosphate-phosphorus concentration, the phytoplankton, and the zooplankton

The phosphate-phosphorus concentration in the water was determined colorimetrically by Denigès' method for six cruises (Obs. VI to IX). Taking the compensation depth into consideration the horizontal distribution of the mean phosphate-phosphorus of the upper 50 m layer was shown in the upper row of the fig. 4.

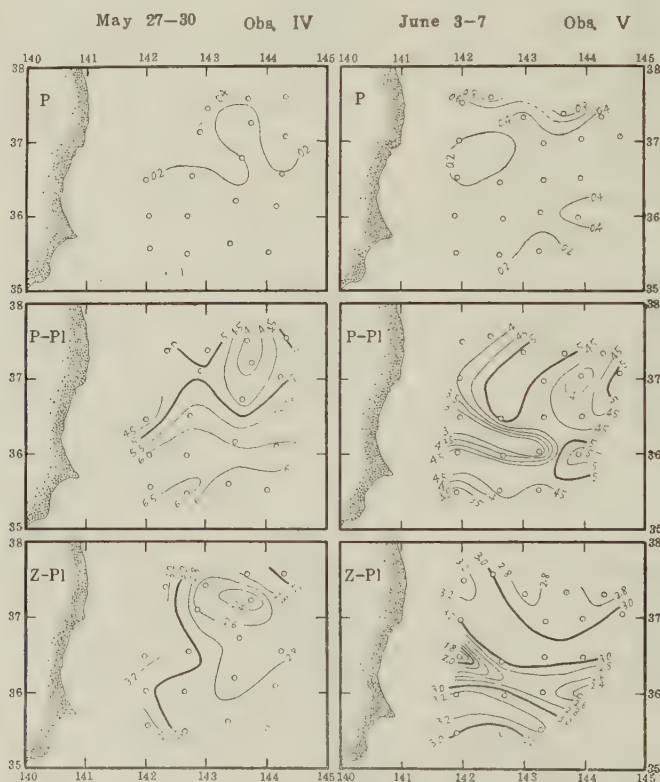


Fig. 4. Upper. Mean phosphate-phosphorus ($\mu\text{g-atoms/L}$) of the upper 50m layer. Middle. Common logarithms of the total colony number of the phytoplankton. Lower. Common logarithms of the total wet weight (mg) of the zooplankton.

Short-period fluctuation of the oceanographic condition

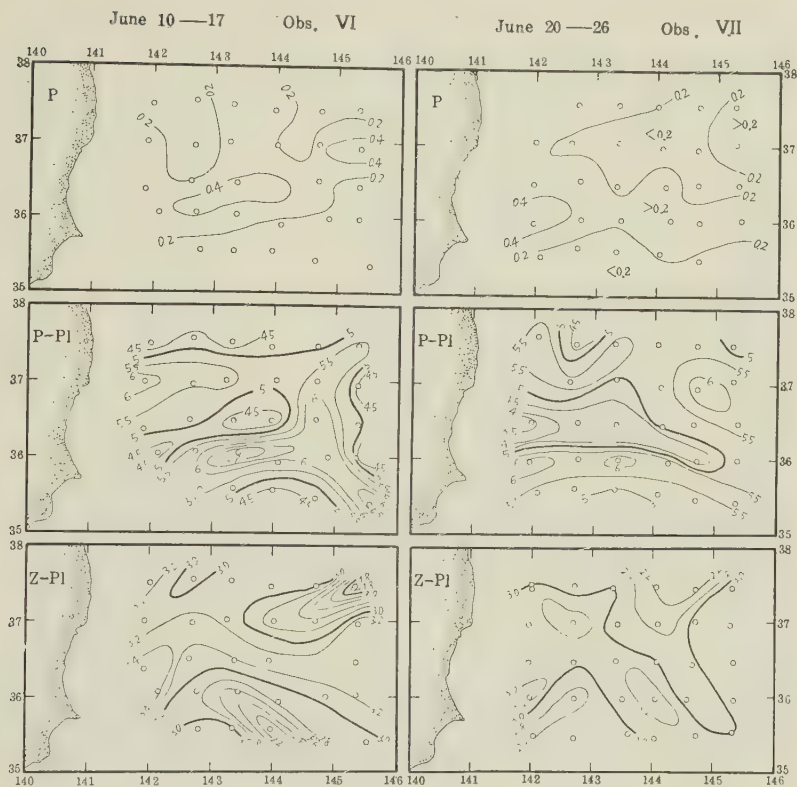


Fig. 4. *Upper.* Mean phosphate-phosphorus ($\mu\text{g-atoms/L}$) of the upper 50m layer. *Middle.* Common logarithms of the total colony number of the phytoplankton. *Lower* Common logarithms of the total wet weight (mg) of the zooplankton.

On the other hand, the plankton was collected with two types of open net; the one is Kitahara's quantitative plankton net (Silk No. 13, 129 meshes per inch), the other is the Marutoku net (GG No. 54; 20.5 meshes per 10 mm). The former net was hauled up vertically after playing the rope with a length of 50 m for Obs. IV, V, and VI; and for Obs. VII, VIII, and IX it was done after giving the rope a length of 100 m. The latter net was hauled up vertically after giving the wire a length of 150 m throughout all cruises. The colony number of the phytoplankton was counted under a microscope for the sample collected with the former net, and the horizontal distribution of the common logarithms of the total colony number is shown in the middle row of the fig. 4. The wet weight of the zooplankton was measured by usual method for the sample collected with the latter net, and the horizontal distribution of the common logarithms of the total wet weight in mg is shown in the lower row of the fig. 4.

Since the flow-meter was not equipped with both nets, the water volume filtered could not be measured. It is supposed that the angle of rope or wire will increase when the relative motion of the vessel to the subsurface water is great. Two causes will set up this relative motion; the one is the drifting of vessel by wind, and the other is vertical shear of current. In these cases, the plankton net will filter a large quantity of the plankton as



Fig. 4. *Upper.* Mean phosphate-phosphorus ($\mu\text{g-atoms/L}$) of the upper 50m layer. *Middle.* Common logarithms of the total colony number of the phytoplankton. *Lower* Common logarithms of the total wet weight (mg) of the zooplankton.

in the trawling fisheries. Fig. 5 shows the relation among the rope angle of Kitahara's quantitative net, the water temperature at a depth of 50 m, and the common logarithms of the colony number of the phytoplankton collected by three cruises of the S.S. Soyomaru, where the rope was payed away to a constant length of 100 m. It will be seen from fig. 5 that, at a constant temperature, the colony number of the plankton represented as the characteristic of common logarithms does not increase with the rope angle. Further, at a constant rope angle, there seems to be no definite relation between the colony number of the plankton and the temperature at 50 m. Accordingly, we could make no correction for the variation of the rope angle. Also, we made no correction for the difference in rope length between the first half three cruises and the latter half three cruises, because most of the phytoplankton inhabit in the shallower layer, and the difference in the rope length will not produce a serious error.

Comparing the horizontal distribution of phosphate-phosphours (Fig. 4, Upper) with the temperature distribution (Fig. 2), it will be seen that the phosphate-phosphorus concentration is greater in the northern cold water. However, the distributions of the phytoplankton and the zooplankton show no definite relation with the temperature. The reason is that the pure Oyashio cold water scarcely appeared in the survey region at that

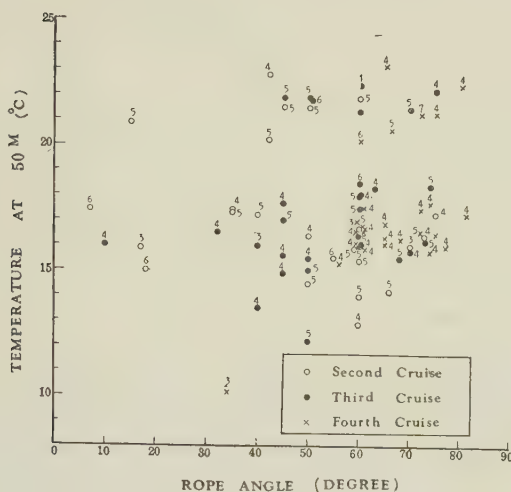


Fig. 5. Relation among the rope angle of Kitahara's quantitative plankton net, water temperature at 50 m, and the total colony number of the phytoplankton. Numerals besides circles and crosses indicate the characteristic of common logarithms of the colony number.

time. On the other hand, there seems to be a tendency that the colony number of the phytoplankton is greater along the primary Kuroshio Front, while the wet weight of the zooplankton is smaller along it. If the collection of planktons is carried out at every BT station, this tendency will be shown more clearly.

5. Changes of the phosphate-phosphorus concentration, the phytoplankton, and the zooplankton with time in the respective moving water masses.

Since a fixed station in the Polar Frontal Zone is occupied by different water masses from time to time, namely—on one occasion by warm water and on another by cold water, we should describe the change of inorganic nutrients or planktons tracing the same water. Fig. 6 shows the time changes of the phosphate-phosphorus concentration, the colony number of the phytoplankton, and the wet weight of the zooplankton in the respective water masses in fig. 3. Since the casting of Nansen's bottle and the hauling of plankton nets were made at every other BT station, the data in the respective water mass are very few. In fig. 6, the water mass C signifies the cold area with a temperature below 16°C at 50 m, including the roughly dotted area in fig. 3. Also, it should be noted that the warm core does not conserve the same water, as it continues along the primary Kuroshio Front. In laboratory experiments, the phosphate-phosphorus concentration decreases with increasing phytoplankton. Also, the phytoplankton will decrease with increasing zooplankton. However, we can see no definite relation between their changes. The reasons for this is probably to be found partly in that the water mass in the ocean is not a closed system but is an open one, and partly in that the net collection of planktons is not suitable for the quantitative analysis.

Unfortunately, the flow-meter was not used in the present survey. Even if it is used, however, the correction for variation of the water volume filtered is meaningless, so far as

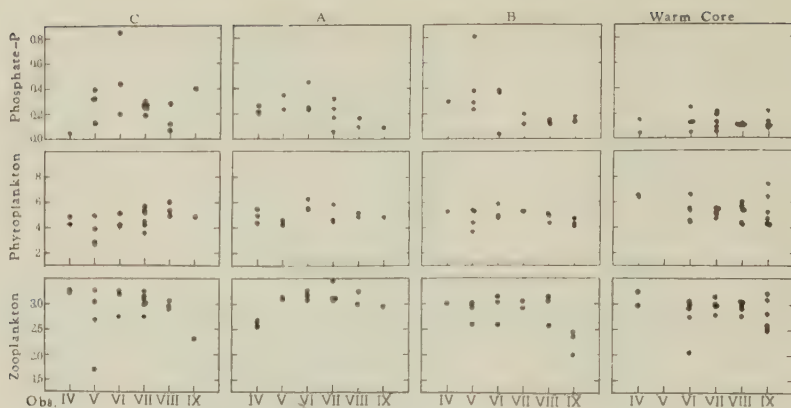


Fig. 6. Changes of the mean phosphate-phosphorus ($\mu\text{g-atoms/L}$) of the upper 50 m layer (*Upper*), common logarithms of the total colony number of the phytoplankton (*Middle*), and common logarithms of the total wet weight (mg) of the zooplankton (*Lower*) in the respective water masses.

the vertical distribution of planktons is not uniform. For a strictly quantitative analysis, some other device for collection is desired.

6. Movement of the skipjack fishing-ground

Fig. 7 shows the fishing locality of the skipjack by the Japanese commercial boats for ten periods from late spring to early summer in 1959. These periods are determined so as to nearly correspond to the periods in arranging oceanographic data, and each period consists of the same number of days, eight days, for ready comparison among them.

In May, the fishing-ground was formed nearly along the primary Kuroshio Front. However, in June a part of them moved northward across the primary Kuroshio Front, and in the last period (July 16–23) the greater part were in the Transition Area between the Kuroshio Area and the Oyashio Area. In most years, the main fishing-ground of the skipjack moves into the Transition Area from the third decade of June to the middle decade of July. The passing of the main fishing-ground across the primary Kuroshio Front occurs in the east side of the contact place of the Offshore Oyashio Branch extension with the primary Kuroshio Front between the longitudes of 144 and 147°E (Kawai, 1959). The discrepancy in the locality of the northward movement will be due to the facts that the Inner Cold Zone did not develop in the vicinity of the crest of the meanders of the primary Kuroshio Front in 1959, and that the frequent northward movement of warm water from the Kuroshio Area occurred because of the development of the secondary Kuroshio Front in 1959.

The error in the fishing locality of the skipjack will cause a bottleneck in the way of the research on the hydrographic conditions of the fishing-ground formation, as the fine structure of water mass and current pattern becomes better known. In the future, the survey of the fish school should be made on board the research vessel. Comparing the chart of fishing-ground (Fig. 7) with the temperature distribution (Fig. 2), however, the tendency that the fishing-ground moves northward avoiding the Inner Cold Zone.

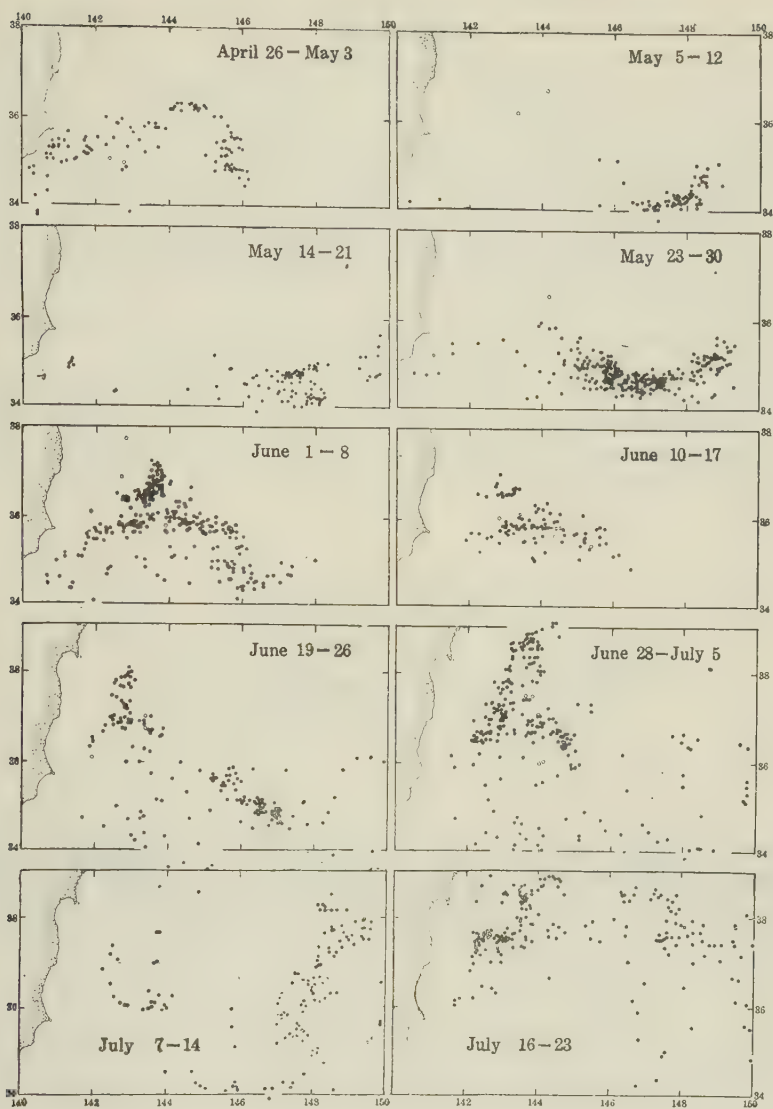


Fig. 7. Fishing locality of the skipjack by the Japanese commercial boats in 1959. Open circles indicate the locality of the skipjack school found by research vessels.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are indebted to Dr. Kinosuke Kimura, director of the Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory, for his encouragement. They are also indebted to the members of this Laboratory for their laborious investigations on board the research vessels. Thanks are due to Mr. Takashi Sano for his generous guidance and assistance in carrying out the colorimetric analysis of phosphate-phosphorus, to Mrs. Shigeru Odate for measuring the wet weight of the zooplankton, and to Mrs. Hideo Maniwa for the chlorine titration.

References

- Fuglister, F.C. and L.V. Worthington (1951). Some results of a multiple ship survey of the Gulf Stream. *Tellus*, 3 (1) : 1-14.
- Kawai, Hideo (1955). On the Polar Frontal Zone and its fluctuation in the waters to the northeast of Japan I. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, (4) : 1-46.
- Kawai, Hideo (1959). On the Polar Frontal Zone and its fluctuation in the waters to the northeast of Japan III. Fluctuation of the water mass distribution during the period 1946-1950 and hydrographic conditions in the fishing-grounds of skipjack and albacore. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, (13) : 13-59.
- Masuzawa, Jotaro (1958). A short-period fluctuation of the Kuroshio east of Cape Kinkazan. *Ocean. Mag.*, 10 (1) : 1-8.
- Oceanographic Section, JMA (1957). Report of multiple ship survey in the polar front region from June to July, 1957 (Oceanographic project for the IGY). *Ocean. Rep., JMA*, 6 (4) : 181-196.
- Oceanographic Section, JMA (1960). Report of the oceanographic observations in the sea east of Honshu from May to June, 1959. *Results of Mar. Met. and Ocean. Observations*, (25) : 24-32.

— 和 文 抄 録 —

黒潮前線付近の海況の短期的変動の一例

川 合 英 夫
佐 々 木 実

1959 年 4 月末から 7 月半ば過ぎにかけて 数回くり返された東北海区近海の海洋観測資料に基いて、水塊分布の変動——特に主黒潮前線の北側を走る内側低温帯内の小冷水塊の移動を、観測コースと観測点の適否の吟味とともに議論した。Phosphate-P, 植物プランクトンの群数、動物プランクトンの湿重量の分布が調べられ、移動中の同一水塊内のそれらの時間的变化が相互に比較された。最後にカツオ漁場の移動を水理的条件に結びつけて考察した。

アカザラガイ *Chlamys farreri nipponensis* KUROAD

の増殖に関する研究※

第 II 報 生殖巣の周年変化について

菅 野 尚
谷 田 専 治

STUDIES ON *CHLAMYS FARRERI NIPPONENSIS* KURODA

II. SEASONAL CHANGE OF THE GONADS

By

Hisashi KANNO and Senji TANITA

The survey of the gonads of the AKAZARA, *Chlamys farreri nipponensis* KURODA, was made from December 1958 to March 1960. The specimens were collected one or three times every month in Matsushima and Koamikura Bay, Miyagi Prefecture. This paper deals with the general and histological observations of the gonads concerning their breeding cycle, and the results are summarized as follows.

1) *Ch. farreri nipponensis* is a dioecious species, and the gonads was classified into five stages as regards degree of development, namely, Immature, Follicular, Multiplication-Growth, Mature and Spent stage, and their microscopic structures are shown in Fig. 1-10, Pl. 1.

2) The full growth ova were observed from June, and the spermatozoa from April in follicular. And from the observation of the development of the gonads, especially Mature and Spent stage, it is presumed that the spawning was most active from June to the beginning of August.

3) Most individuals of O-year old group became mature at the first summer season, and the minimum mature size of this clam was S.H. 31.2×S.L. 26.3×S.T. 7.9 m.m. in female, 30.0×25.8×7.0 in male on April 1959.

緒 言

沿岸性二枚貝類の増殖に関する研究の一環として、アカザラガイを対象に調査研究を行ない、既に第 1 報¹⁾で養殖場に出現するアカザラガイの附着稚貝について報告した。その報告の中で アカザラガイの産卵期について若干ふれたが、あらためてアカザラガイ生殖巣の一般的並びに組織学的観察を行ない二・三の知見を得たのでここに報告する。

材 料 ・ 方 法

材料は松島湾桂島地先及び牡鹿半島小網倉湾内で垂下養殖したアカザラガイと、小網倉湾・荻浜湾で採集した天然附着のアカザラガイを使用した。大部分は松島湾桂島地先の垂下養殖のものである。

材料は 1958 年 12 月より 1960 年 3 月まで、毎月 1~3 回に亘って採集した合計 700 個体について肉眼的観察を行ない、この中から採集の度毎に 5~10 個体を選び、合計 160 個体の生殖巣について組織学的観察を行なった。

組織標本は、材料を Bouin 氏液で固定、厚さ 8μ のパラフィン切片を作製し Delafield Haematoxyline-Eosin あるいは Heidenhain's iron haematoxylin による染色を行なった。生殖巣の組織標本における観察部位は、内臓嚢の先端部から 1/3 附近の横断面について行なったものである。

尚、材料のアカザラガイは当年貝・1 年貝及び 2 年貝であり、3 年貝以上のものについては観察していない。また当年貝の観察は 1959 年 4 月及び 7 月に採集したものについて、生物学的最小型の観察を行なった。

結 果

(1) 生殖巣

アカザラガイの生殖巣は内臓嚢の全域に亘って存在し、生殖産物の内包されている時期にはその発現する色彩によつて容易に雌雄を肉眼的に区別することができる。即ち雌性は桃色・赤色あるいは表面に黒色の粘液状物質が覆い赤黒色・柘榴色を呈する。雄性は白色あるいは黄白色を呈する。

組織像においては、内臓嚢は伸長性のある数多くの濾胞と内臓嚢を貫通する消化管・内臓嚢外壁部の表皮及び筋肉組織・結締組織及び繊毛管で構成されている。生殖巣は濾胞によつて形成され、濾胞の最大長径は 0.7 mm にも達する。濾胞は壁膜と濾胞上皮細胞によつて構成されているが、上皮細胞が分化し生殖原細胞として成長・増殖するに従つて、濾胞は中心部の空胞を生殖産物で埋めて行く。生殖産物が内包された濾胞は、外部からは粒状の斑点として観察することができる。

成熟した雌の濾胞では、壁に若干の卵原細胞と成長の途上にある若い卵母細胞が附着し、既に第一次卵母細胞として完成した卵母細胞が完全に濾胞を満たしている。完成した卵母細胞はほぼ球状を呈し、平均卵径は 72μ である (Fig. D. E)。

雄の濾胞では壁の附近に数層の生長・増殖の途上にある直径 4μ 程度の精原細胞・精母細胞・精細胞と、既に精子完成によつて精細胞から形成された精子が胞の大部分を占有している。精子は頭部を壁に向け、尾部は胞の中心部あるいは導管に開口する位置から放射状に並んでいるが、顕微鏡下では濾胞の切断面の状態によつて、Haematoxyline で染まる頭部と Eosin で染まる尾部とが縞状・渦巻状あるいは放射状に観察される (Fig. I)。精子の円錐状の頭部は約 1μ 、尾部は約 60μ である。

尚、アカザラガイは近縁のホタテガイ *Pecten yessoensis* Jay と同様に雌雄異体で、観察した範囲ではその性比は 1:1 であつた。

(2) 周年変化

アカザラガイの生殖巣の周年変化の過程を第 I 期から第 V 期に整理して、各期の濾胞内の状態と外部からの肉眼的観察の結果を略記すると次のようになる。

第 I 期 未熟期 (Immature stage)

濾胞の完全な空胞期で、生殖産物を放出した古い濾胞と新たに形成された濾胞は、壁膜と扁平な濾胞上皮細胞とによつて構成される時期であり、一般に雌雄の性別を判定することは難かしい。生殖産物を放出してしまった濾胞中には、僅かに残存する精子塊あるいは卵母細胞によつて性別を判定することのできるものもある。空胞は濾胞液で満たされている。濾胞は小さく最大長径 $300\sim 360\mu$ である。

外部からの観察では、内臓嚢は透明となり消化管が明らかに観察される。内臓嚢は柔らかく厚みも少い。一部の貝においては、白濁あるいは淡黄褐色に着色しているものがあり、これによつて性別を判定することのできるものがある (Fig. A)。

第 II 期 濾胞期 (Follicular stage)

濾胞壁に沿つて形成された最終原細胞が成長・増殖を始める時期で、濾胞内にはひきつづき空胞が存在する。雌の濾胞では卵原細胞が壁に沿つて並び、卵黄質を蓄積し成長し始める (Fig. B)。雄の濾胞では精原細胞が成長し、第一次・第二次精母細胞更には精細胞への連続した成長・増殖が行なわれる時期であるが、発展途上にある各細胞を Stage 別に判定することは困難であるので、濾胞内にこれら成長・増殖した細胞が壁に沿つて数層並び、全体として空胞を持ち袋状を呈する時期を濾胞期とする (Fig. F)。この期の濾胞の最大長径は $310\sim 350\mu$ である。雌雄の性別は顕微鏡下では明らかに判定できる。

外部からの観察では、内臓嚢の表面や消化管の周辺部に白色あるいは桃色の粒状斑点が認められるようになり、全体としてかなりはつきりした色彩を帯びようになる。即ち雌では淡黄褐色・淡桃色、雄では白色を呈し、肉眼で雌雄の性別を判定することができるようになる。消化管は濾胞が生殖産物で充実し、着色斑が広がるに従つて外部から見えなくなる。

第 III 期 成長・増殖期 (Multiplication-Growth stage)

前期に引続き生殖細胞は成長・増殖を行ない、濾胞をほぼ完全に埋める時期である。雌の濾胞では卵黄質を蓄積して成長する卵母細胞は胞の中央に向かつて伸長し、所謂洋梨子形を呈する。卵細胞も壁の附近から卵細胞の中央部に移動する。また新たに形成された若い卵母細胞が壁に沿つて観察され、時には成長の異なる卵母細胞が数層に区別できることもある。やがて濾胞はこれらの卵母細胞によつて満たされる (Fig. C)。雌の濾胞では引き続き壁附近に形成され成長する精原細胞と増殖を行なう精母細胞・精細胞が濾胞内を完全に埋めつくす時期であるが、精細胞から精子完成への過程はみられない (Fig. G)。濾胞は大きさを増し、最大長径 $470\sim 580\mu$ になる。

外部からの観察では、この期には急激に内臓嚢は充実し、光沢のある色調を呈し、雌雄の性別が肉眼で容易に判定できるようになる。消化管は完全に外部から見えなくなり、内臓嚢は丸味を帯び厚さを増すがまだ固い。

第 IV 期 成熟期 (Mature stage)

第一次卵母細胞の完成、精子の形成期である。雌の濾胞では成長した卵母細胞が充満し、卵細胞は卵母細胞の中央部に位置するようになる。そして完成した第一次卵母細胞が壁から遊離するように観察される。しかし壁には若干の若い成長途上の卵細胞や、上皮細胞から分化し始めた極く若い卵母細胞も観察される (Fig. D)。雄の濾胞では前期に濾胞を満たした精細胞が濾胞の中心部から精子完成の過程を経て精子を形成し始め、これが濾胞の大部分に及ぼすまでの時期である (Fig. H, I)。濾胞も最大長を示し、 $600\sim 700\mu$ に達する。

外部からの観察では、内臓嚢は第 I 期の数倍に達し、丸味・柔らかみを増す。色彩は光沢のある白黄色・柘榴色・赤黒色を呈するものが増加する。

第 V 期 放出期 (Spent stage)

濾胞は生殖産物の放出によつて空胞が認められるようになる (Fig. E, J)。放出が進むと濾胞は壁附近に若干の生殖産物を残すのみとなり、濾胞内に遊走細胞の侵入が観察される。濾胞の形はくずれ、大きさも長径 300μ 程度に縮少する。

外部からの観察では、内臓嚢は充実感を失い、消化管は内臓嚢の筋肉層にふくらみとして認められるが、放出が進むにつれて、その色彩を失い外部から消化管が完全に認められるようになる。雌雄の性別の判定は困難になつてくる。

以上の 5 期の発達段階に従つて観察したアカザラガイを整理すると 第 1 表に示すようになる。また月別の

第 1 表 生殖巣の発達段階 (観察個体数)

年月日	性別	I			II		III		IV		V	
		不 明	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂
1958 12.27					23	8						
1959 1.26					1		2					
2.12					4	3	11					
3.27							4					
4.25							4	5		1		
6. 9								1		9		
30										6		
7.22									6	8		
8. 5									3	4	1	
16									5	5	3	4
28									1		1	5
9.14											6	4
10. 7	11		17	5							7	8
11. 7											4	1
12. 4	8			2	1	3						
16	2				11	9						
1960 1.28					1	2	3					
2. 2					1	6	2					
3. 4							23	12				
23							21	29		2		

生殖巣の状態は大略次のような経過をたどっている。

12 月～2 月：観察したアカザラガイの大部分は第 II 期の状態を呈している。この時期の性別は雌では淡黄褐色あるいは淡桃色、雄では白濁状を呈することによってわずかに区別される。

3 月：前期に比して急激な発達が認められる。ほとんどの個体が第 III 期の状態を呈し、雄では精子完成の過程が認められるものが現われてくる。外部からの観察でも内臓嚢は急激に充実し、その色彩は光沢を帯び、肉眼的な性別の判定はこの月から確実にできるようになる。

4 月・5 月：雌では第 III 期の状態を呈しているが、雄では 4 月に濾胞をほぼ完全に埋めた精細胞が精子完成の過程を経て精子形成の現象を呈するようになる。

6 月：雌では第一次卵母細胞の完成した個体を観察するようになり、第 IV 期の状態を呈するものが多くなってくる。飼育水槽内でもこの月に自然放卵し受精した個体があつた。雄では壁の一部に精細胞を残してほとんどが精子となる。雄ではこの時期に完全に成熟したといつて良い。

7 月・8 月：雌雄ともにこの時期には完全に成熟し、産卵・放精を行なうものと考えられる。7 月から 8 月上旬にかけて IV・V 期の状態を呈する生殖巣は、8 月中旬以降急激に充実感を失い、弛緩した状態を呈し始め、消化管が壁の筋肉層にふくらみとして認められるようになる。

9 月：ほとんどのものが第 V 期の状態を呈し放出の終末期を示している。内臓嚢は色彩を失い、透明になり、消化管が完全に認められるようになる。

10 月・11 月：放出後の濾胞に若干の生殖産物が残り雌雄の性別を認めることができるものもある。大部分のものが第 I 期の状態を呈し、肉眼的には明確な性別が判定できなくなる。内臓嚢は完全に凋落し色彩を失い透明となるが、大型貝においては内臓嚢は完全に透明とならず、やや濁った状態を保持している。この傾向は老年貝になるほど著しい。

(3) 生物学的最小型について

1959 年 4 月 22 日、荻浜湾において採集したアカザラガイ稚貝 110 個体の肉眼的観察を行なうと共に、この中から代表的な標本について、組織標本を作り観察した。採集したアカザラガイ稚貝は前年度夏季に産卵された当年貝群で、第 I 報¹⁾で報告したように荻浜湾内のカキ養殖施設に附着したもので、この中から小型稚貝を選定した。殻高は 18.2～37.5mm の範囲の稚貝群である。

肉眼的観察においては 110 個体中、白色あるいは淡黄褐色に濁った色彩を内臓嚢にもち、性別の判定できる

もの(第 II・第 III 期)が 40 個体観察された。一部には内臓嚢が肥厚し、消化管がまったく外部からみえなくなり、生殖産物の成長・増殖の著るしい(第 III・第 IV 期)ものも観察された。

組織標本の観察では、全個体が濾胞内に生殖産物の成長・増殖の過程が進んでいることが認められたが、雌においては第 III 期を呈する最小型は、殻高 26.5mm×殻長 22.8mm×殻幅 6.8mm、第 IV 期を呈する最小型は 31.2×26.3×7.9、雄においては第 III 期 29.8×24.8×7.5、第 IV 期 30.0×25.8×7.0 であった。尚、これより前、1 月 28 日に採集した 24.5×21.8×7.2 の個体で雄の第 III 期の状態を組織標本で観察している。

4 月に観察したこの小型稚貝群を松島湾柱島地先に蓄養し、7 月 25 日に 122 個体(殻高平均 32mm)について観察したところ 26 個体のものが、雌にあつては第 III・第 IV 期、雄は全部第 IV 期の状態を呈していた。4 月に垂下養殖した当年貝群では(殻高平均 35mm)、7・8 月には全個体が第 IV・第 V 期の状態を呈したのに反し、この蓄養した小型当年貝群の生殖巣の発達はかなり遅れている。この蓄養した小型当年貝群は垂下養殖に移した同じ当年貝型群(7 月殻高平均 48mm)に比し成長もかなり遅れており、一つには、蓄養密度に関連して生殖巣の発達が阻害されたことと、一部の小型当年貝群では第 1 回目の夏期の産卵期には成熟しないものがあることを示しているように思われる。

4 月に観察した小型当年貝群と、垂下養殖に移した当年貝群の観察結果から、アカザラガイは大部分当年貝から成熟群となるものであり、その成熟の最小型は第 IV 期の状態を出現し始める 4 月の観察結果から、殻高 30mm、殻長 26mm、殻幅 7mm 前後の稚貝から成熟した生殖巣をもつものと考えられる。

考 察

産卵期について

アカザラガイ生殖巣の発達段階における第 IV 期・第 V 期の状態から、主産卵期は 7 月から 8 月上旬に行なわれていることが推定される。精子形成は 3 月に既に開始され、第一次卵母細胞も 6 月には観察されており、実験水槽内で 6 月に自然放卵をみていることから、若干の産卵が 6 月中に行なわれることが考えられる。この早期の産卵は第 I 報¹⁾で報告した試験採苗器の附着群中に、数は少ないが大型の稚貝が測定されていることからもうなづけるものである。9 月に入つてからの産卵については、第 V 期の状態を呈する濾胞において残在している生殖産物は少なく、たとえ産卵したとしても大きな産卵群とはなり得ない。むしろ濾胞内で破壊され体内に吸収される運命をたどるものであろう。

組織標本の観察から推定した 7 月から 8 月上旬にかけての主産卵期は、垂下養殖を試みたアカザラガイの月別成長度¹⁾において、8 月の成長が 7 月・9 月の成長に比しておとり、産卵障害輪とみられるものが貝殻表面上に観察された結果と一致している。また荻浜湾の附着稚貝の出現状態¹⁾から 7 月 20 日及び 8 月 20 日に投入した試験採苗器に附着稚貝がみられることも一致する。尚、荻浜湾と松島湾柱島地先の水質はかなり異なり、表面水温は 7・8 月で荻浜湾 21~23°C、松島湾柱島地先 27~28°C と差がある。産卵適温・比重等については別に実験を行ない報告する予定である。

生殖巣の発達段階について

生殖巣の週年変化を調査するに当つて、その発達段階を幾つかの段階に別ける試みは、立石・安達²⁾がアコヤガイ *Pinctada martensii* (DÜNKER)、高³⁾がアサリ *Tapes japonica* DESHAYES, Mason⁴⁾がホタテガイ *Pecten maximus* (LINNE) 等について報告している。

筆者は区分の基準を、組織像において明確に判別できる空胞期・濾胞期・精子形成期及び第一次卵母細胞の完成期を基礎に、雄の濾胞では精原細胞の成長、精母細胞から精細胞への増殖過程の判定が困難なものについては濾胞内の形態的变化を基に、5 期の発達段階に区分したものである。尚この 5 期の他に、新しく濾胞が形成される当年貝群や、当年貝群のうち第 1 回目の夏季の産卵期に成熟しないものや老年貝については別に発達の段階をもうける必要があると考えている。

生物学的最小型について

第Ⅰ期¹⁾において1959年2月に採集した試験用採苗器の附着稚貝群及びカキ養殖施設に出現するアカザラ稚貝群、成貝を報告した。試験用採苗器の附着、アカザラサザが殻高8~16mm、殻長10mmにあることと、カキ養殖施設に附着した最も若い稚貝、床に埋め込まれたものでは平均殻高がそれぞれ15、27mmで、その成長に差のあることは、附着した時期による成長の差、附着場所による成長の差を示すものと考えられる。このことは3年貝群の成熟・産卵を調査する上で注目しなければならぬ点である。3年貝群、大部分のものは満1年目の時に成熟・産卵を行なうが、成熟・産卵し、稚貝の第1個目の変期に産卵群になることは疑いであり、第2個目の変期の成熟・産卵については、3年貝群の生長と密接な関係の調査にまたねばならない。また7月の観察で述べたように高麗によって生殖体の分泌が阻害される傾向があり、棲息地とアカザラサザの成長状態が成熟・産卵に影響を与えることが推察される。

尚、山本⁵⁾はホタテザザ *Pecten yessoensis* JAY の生殖巣の観察報告の中で、殻高52~60mm、殻長45~50mmで満1年目を終たと推察されるアカザラサザの生殖巣が、肉眼的に色相によって性差が判別され、且つ完熟精子及び熟卵を有していると報告していることを附記しておく。

要 約

1) アカザラサザの生殖巣の発達段階を、未熟期・濾胞期・生長増殖期・成熟期・放出期の5期に区分し、周年変化について記述した。

2) アカザラサザの主要産卵期は、生殖巣の観察結果から7月から8月上旬に行なわれると推定した。

3) アカザラサザは3年貝群からほとんどのものは成熟・産卵し、4月の観察における成熟の最小型は雌では殻高31.2mm×殻長26.3mm×殻幅7.9mm、雄では30.0×25.8×7.0の稚貝であつた。

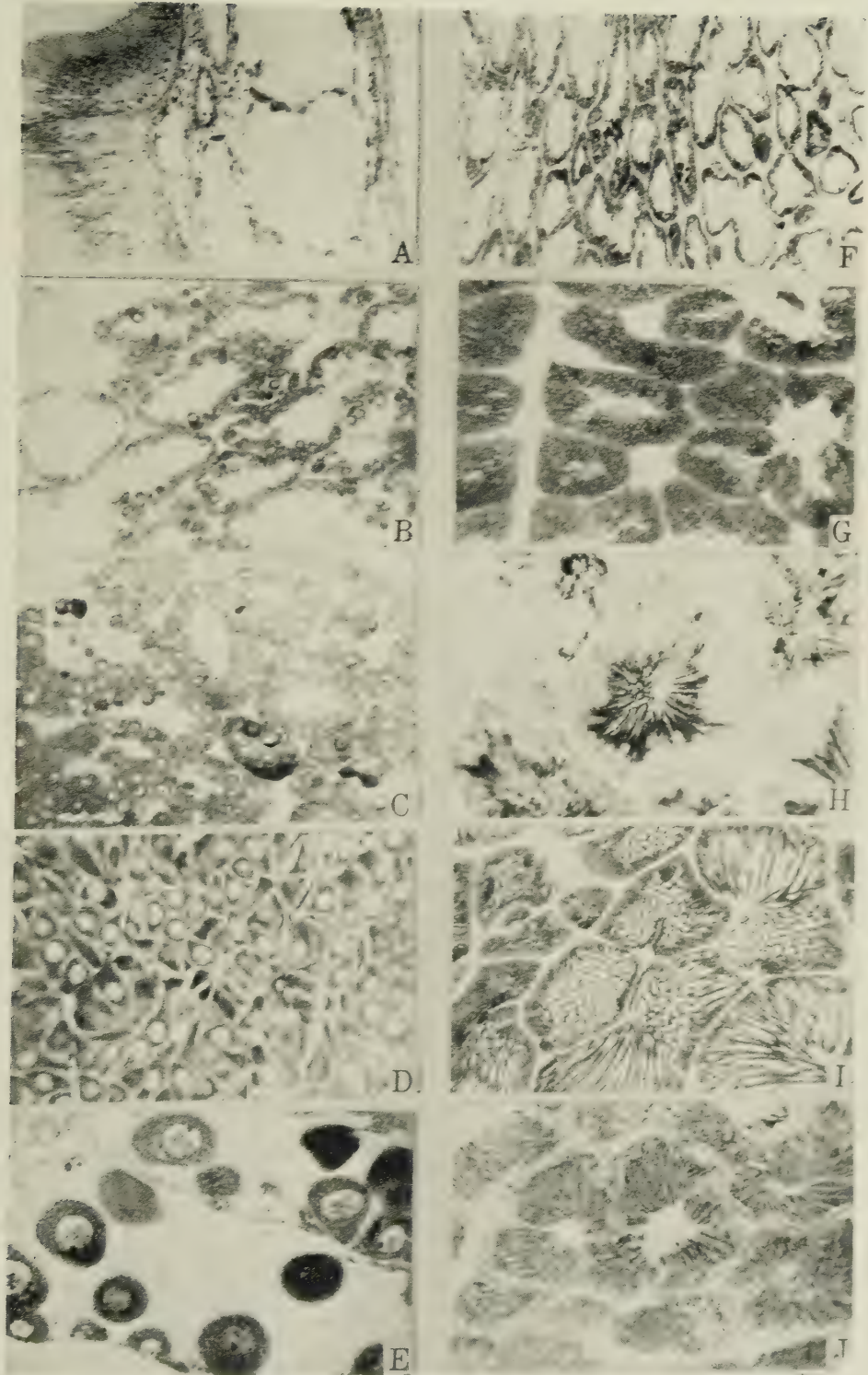
文 献

- 1) 谷田孝治・菅野 尚 (1959) : アカザラサザ *Chlamys farreri nipponensis* KURODA の増殖に関する研究 第Ⅰ報 養殖場のアカザラ稚貝について。東北水研報告 (15)
- 2) 立石新吉・安達清郎 (1957) : ホコヤザザ *Pinetada martensii* (DUNKER) の生殖巣の周年変化に関する組織学的観察、長大水産学部研究報告 (5)
- 3) 高 良夫 (1957) : アカザラサザの生殖巣についての二・三の組織学的観察。日本水産学会誌 23 (7・8)
- 4) Mason J. (1958) : The Breeding of the scallop, *Pecten maximus* (L.), in Manx waters. J.M.B. A. (37)
- 5) 山本善太郎 (1943) : ホタテザザ *Pecten (Patinopecten) yessoensis* JAY の生殖細胞形成並びに生殖時期。日本水産学会誌 12 (1)

図 版 説 明

A : 第Ⅰ期	1958年12月22日採集	S.H. 55.5mm×S.L. 50.0mm×S.T. 17.5mm	Ca×70
B : 第Ⅱ期	1958年12月17日採集	55.5×51.0×20.8 ♀	Ca×70
C : 第Ⅲ期	1960年3月23日採集	72.0×67.5×28.5 ♀	Ca×70
D : 第Ⅳ期	1959年7月22日採集	68.2×63.0×22.8 ♀	Ca×70
E : 第Ⅴ期	1959年7月22日採集	55.0×47.0×23.8 ♀	Ca×140
F : 第Ⅵ期	1959年2月12日採集	65.0×59.2×25.8 ♂	Ca×70
G : 第Ⅶ期	1959年3月27日採集	70.1×65.8×28.5 ♂	Ca×70
H : 第Ⅷ期	1959年4月25日採集	60.5×57.5×26.2 ♂	Ca×70 精子形成の中期
I : 第Ⅸ期	1959年7月22日採集	58.5×53.2×23.5 ♂	Ca×70 精子形成完了期
J : 第Ⅹ期	1959年8月28日採集	66.2×62.3×25.0 ♂	Ca×70

Plate



垂下養殖カキの附着生物に関する研究※

第 3 報 カキの生長・身入りに及ぼす影響

谷 田 専 治

菊 地 省 吾

STUDIES ON THE ORGANISMS ATTACHING TO RAFT-CULTURED OYSTERS.

III. EFFECTS ON THE GROWTH AND FATTENING OF OYSTERS.

By

Senji TANITA and Shogo KIKUCHI

In the previous report, the writers reported on the seasonal variations of the fouling organisms of the oyster rafts. In both Onagawa and Matsushima bays, compound ascidia, sponges, *Mytilus*, and oyster spats attach abundantly to the oyster rafts and grow rapidly in summer. It is easily imagined that these attaching organisms give large damages to the oyster culture, especially on the growth and the fattening of the oysters. Investigations on such effects of attaching organisms, so far as the writers are aware, are very scanty except for Yokota's paper (1936).

The writers studied the effects on the growth and fattening of the oysters by dominant attaching animals of oyster rafts in Matsushima Bay. In this bay, the dominant or predominant attaching animals are compound ascidia, sponges and oyster spats, which attach on the cultured oysters from July to October. For the examination we set three sets of oyster-raft; the first set were removed by a knife and a brush carefully to obtain the attaching organisms once a month during July to October (drived set), the second were killed by direct sun rays in late July (dried set), and the last were not treated and retained as controls. About a half year later, all oysters were measured concerning the weight of the attaching animals, shell-volumes, wet meat weight, dry meat weight and the degree of fattening for every block and each of them were compared. The results are as follows:

1. The greater the weight of attaching animals, the greater the shell-volumes and wet meat weight, and these phenomena seem to indicate that the growth of each oyster is stimulated by the competition of growths between the oyster and the attaching organisms.
2. Dry meat weight are nearly constant irrespective of the weight of the attaching animals.
3. Fattening degree show that the more the attaching organisms, the less the fattening degree.

緒 言

東北海道の松島湾や女川湾のカキ養殖場では、既に第 2 報で報告したように、養殖カキが旺盛な成長を示す夏季に複合ホヤ類・カイメン類・ムラサキイガイなどが大量に附着する。これらの附着生物が養殖カキの生長

・身入りに直接・間接に影響を与えているであろうことは容易に想像し得ることであるが、横田(1936)が宮城県万石浦で養殖カキに附着する生物の駆除試験を試みている外、附着生物のカキに対する影響を明らかにした研究はほとんど見当たらない。

われわれは松島湾のカキ養殖場で、この湾の主要な附着生物である複合ホヤ類、カイメン類及びカキ稚貝の附着が、養殖カキの生長・身入りにどのような影響を与えているかという点について実験を行つたので、その結果を報告する。

実 験

方法

垂下養殖中のカキに附着する生物を時々駆除して、附着生物がほとんど存在しない状態に保つた駆除連と、附着生物が自然に附着するまゝに放置した附着連及び、自然に附着した生物を7月末に直射日光に照射して駆除した日乾連の3通りの試験連を養殖し、収穫時に殻内容量・肉重量・身入度等を測定比較した。

駆除連の附着生物は7月から10月まで毎月1回、ナイフとたわしを用い、貝殻を傷付けないように注意深く取除いた。附着生物を駆除するために空中に引上げておいた時間は、1回につき15~20分であつた。

日乾連は7月下旬、試験連を養殖筏の上に引上げ10時30分から13時30分まで直射日光にあてゝ附着生物を殺した。

試験連はコールドール染のわら縄に、同一の条件の下で採苗・床上げされてあつた種苗(原板一ホタテ貝)を30cm間隔に10枚付け、最上位の原板が水面下30cmの深さに養殖筏から垂下した。1枚の原板に附着する種苗数は、原板の両面にそれぞれ5個体(計10個体)とし、余分の種苗は除去した。

筏に垂下した試験連の間隔は40cm×50cmとし、垂下位置による外因条件の差を平均化する目的で、7月から10月まで毎月1回、無作為に垂下位置の入れ換えを行つた。

収穫時には附着生物重量・殻内容量・生肉重量・乾燥肉重量・身入度を、それぞれ株(原板)ごとに一括して測定した。

附着生物重量はナイフで剥落し生重量を測定した。

殻内容量は全体積と貝殻体積の差として求めた。全体積はカキが閉殻している状態の体積である。貝殻体積は軟体部を除いたあとの貝殻だけの体積で、何れも排水量を測定して求めた。

生肉重量は剥身を湿つた布で軽くぬぐつてから測定した。乾燥肉重量は100°Cの電熱乾燥器で恒量になるまで乾燥して測定した。

試験連は1953年6月18日に垂下し1954年1月24日に収穫した。

実験結果

1. 附着生物

駆除連は7月から1ヶ月毎に附着生物を駆除していたので、その間に附着増殖する生物は重量の上では僅少で、11月以降は駆除作業をやめたが、収穫時の附着生物は微小なコケムシ類とウズマキゴカイなどが少量附着していたにすぎなかつた。

附着連では初めに複合ホヤ類が連の上層から下層にかけて附着増殖し、その他コケムシ類・単体ホヤ類・稚ガキ・カイメン類などが順次附着した。収穫時にはこれらの生物群のうちで、複合ホヤ類とカイメン類が特に多く優占した。

日乾連は、日光照射処理を行つた7月下旬には、大部分の株が複合ホヤに覆われていたが、日光照射によつて附着生物は総て斃死し、遺骸は約1週間で腐敗流失した(この間、カキは1ケ体も斃死しない)。その後8月下旬になつてカキ稚貝の附着時期に遭遇し、附着生物が除去されたあとに多数のカキ稚貝が附着し、収穫時になつても他の生物はほとんどみられず、日乾連の附着生物は稚ガキの純群落の様相を呈した。

なお、この実験で繁殖中に各処理とも 10~15% の個体が失われたが、これは実験操作中に カキが原板から脱落したり、イシガニに食害されたためで、附着生物が直接の原因となつて斃死損耗した数は、附着連・日乾連ともそれぞれ 2 個体 (0.7%) であつた。この斃死個体は何れも、6 月から 7 月にかけての幼小なときに複合ホヤの群体に被覆され窒息したものと認められた。

収穫時の附着生物重量は第 1 表に示したが、附着連では 29~579g/株で、株によつてかなりの開きがみられた。日乾連でも 32~529g/株で、捕であるが、これらは主として附着の偶然性によるものであろう。

第 1 表 附着生物重量 (g/株)

処理 連番号 垂下層	連 附 着				日 乾 連			
	4	5	6	層平均	7	8	9	層平均
30 cm	66	116	497	228	60	159	62	94
60	43	69	194	102	59	168	108	112
90	39	84	579	234	71	32	172	92
120	61	125	274	157	114	140	144	133
150	143	253	266	221	156	215	92	154
180	169	296	397	286	213	315	164	231
210	187	418	195	267	529	219	225	324
240	108	110	349	189	212	235	118	222
270	114	327	196	212	223	282	243	249
300	133	116	60	103	221	114	109	149
連 平 均	106	191	300	199	186	188	154	176

2. 殻内容量と附着生物との関係

殻内容量の測定結果 (第 2 表) を層毎に比較すると、どの連でも中層が大きい傾向にあるが、これは妹尾・堀 (1927) の実験結果に於てもみられるように、カキ養殖場の共通の傾向であり、特に駆除連の値は 附着生物の影響も少いので、この養殖場に於ける生育条件を反映しているものとみて良いであろう。

第 2 表 殻内容量の測定結果 (cc/個体)

処理 連番号 垂下層	駆 除 連				附 着 連				日 乾 連			
	1	2	3	層平均	4	5	6	層平均	7	8	9	層平均
30 cm	17.2	16.0	17.2	16.8	21.4	21.4	22.1	21.6	17.9	17.3	16.5	17.2
60	18.1	19.2	18.4	18.6	21.3	18.7	24.9	21.6	23.9	17.4	22.6	21.3
90	20.7	20.6	18.3	19.9	18.5	15.5	20.7	18.2	23.5	21.9	23.7	23.0
120	16.9	21.3	17.2	18.5	24.0	29.8	24.1	26.0	21.2	21.5	24.2	22.3
150	23.2	24.0	19.2	22.1	27.5	27.3	25.4	26.7	23.6	23.3	24.9	23.9
180	20.2	23.0	21.1	21.4	25.4	27.4	27.1	26.6	28.8	27.8	28.7	28.4
210	22.5	19.6	19.1	20.4	26.1	30.8	24.2	27.0	27.3	25.2	24.0	25.5
240	20.4	22.0	19.0	20.5	27.0	22.5	28.4	26.8	24.0	26.2	24.0	24.7
270	20.0	21.5	16.9	19.5	28.2	23.1	23.8	25.0	21.6	25.0	23.0	23.2
300	15.9	14.8	15.3	15.3	21.2	24.8	25.4	23.8	24.4	22.4	18.6	21.8
連 平 均	19.51	20.20	18.18	19.30	24.06	24.13	24.61	24.27	23.62	22.80	23.02	23.15

ところで駆除連の個体当りの殻内容量の株毎の平均値は 14.8~24.0cc で、全体の平均値は 19.3cc となつて いるのに対し、附着連では 15.5~30.8cc、平均 24.3cc で全体の平均値で約 26% も附着連の方が大きな値を 示した。また日乾連では 16.5~28.8cc、平均 23.1cc でこれも約 20% も駆除連より大きな値を示している。

このように処理によつて殻の大きさに大きな差異がみられたが、その原因として、(1) 附着生物の駆除作業 がカキの殻の生長を抑制したことと、(2) 附着生物の存在がカキの殻の生長を促進させる効果を持っていたの ではないかという 2 通りの解釈ができる。

第3表 附着生物量と殻内容量

処 理	附 着 連			日 乾 連		
	~100g	101~ 200g	201g~	~100g	101~ 200g	201g~
株 数	7	13	10	6	12	12
平均 殻 内 容 量	20.9	24.7	25.6	21.2	22.2	25.1
駆除連に対する比の平均値	1.16	1.32	1.27	1.13	1.19	1.26

一方、附着連や日乾連の各株に附着している生物の多寡と、駆除連の各層の平均値に対する 附着連・日乾連のそれぞれの層の殻内容量の比との関係をみると 第3表に示すように、附着連では附着生物が 100~200g/株の場合が相対的に最も大きく、100g/株以下の場合是最も小さい。また日乾連では附着生物の重量が多いものほど殻内容量も大きくなっている。このことはつまり、附着生物が少い株では 駆除連の値との差も相対的に小さいことを示しており、ある程度の附着生物の存在が、カキの殻の生長を促進させる効果を持っているのではないかということを予想させる。

また、Loosanoff and Nomejko (1955) の報告によれば、カキ (*O. virginica*) は貝殻の周縁を数 mm も削り取る手術をほどこしても、比較的速やかに回復し、収穫時にはほとんど 差がみられないことを実験しており、これらのことを考え合せると、駆除連と附着連・日乾連の殻内容量の差は、附着生物の 駆除作業による影響が全く無かつたかどうかは別としても、主な原因は附着生物の存在が殻の生長を促進せしめた為 生じたものと考えられる。

3. 肉重量と附着生物の関係

生肉重量の測定結果は第4表に示したように、どの連も殻内容量の場合と同様、中層がやゝ大きい傾向にあると共に、駆除連の平均値に対して附着連が 15%、日乾連が 7% ほどそれぞれ大きな値を示した。

しかし、乾燥肉重量では第5表に示すように、殻内容量や生肉重量の場合とはゝ同様、上層と下層がやゝ劣る傾向をもっているが、全体の平均値では殻内容量や生肉重量の場合と異り、各処理間にはほとんど 差が認められない。

一方、附着連・日乾連の各株に附着した生物量と肉重量の関係を、殻内容量の場合と同様に 駆除連を基準にした相対的な値で比較すると第6表のような結果になる。即ち、附着連では附着生物が 200g 以上の株ではやゝ小さな値を示しており、附着生物が最も多いものは相対的な比率がやゝ劣る傾向も認められるが、日乾連の場合は附着生物が少いものほど相対的に小さい傾向にある。

また、乾燥肉重量では附着連・日乾連とも附着生物量にはほとんど関係なく一様である。

第4表 生肉重量の測定結果 (g/個体)

処理 連番号	(A)				(B)				(C)			
	1	2	3	層平均	4	5	6	層平均	7	8	9	層平均
垂下層												
30 cm	7.97	7.09	8.04	7.70	9.83	9.55	8.95	9.44	7.31	8.14	9.29	8.25
60	8.62	8.75	8.76	8.71	9.93	12.25	10.63	10.94	9.98	7.79	10.06	9.18
90	9.19	9.25	8.86	9.10	8.82	9.93	8.40	7.05	8.73	10.54	11.71	10.33
120	7.79	8.51	8.14	8.15	10.04	12.56	8.28	10.29	8.65	9.67	9.72	9.35
150	10.77	10.73	9.00	10.17	11.33	10.75	10.29	10.79	9.86	9.98	8.52	9.46
180	9.40	11.06	9.93	10.13	10.00	11.00	10.73	10.58	10.84	10.90	9.73	10.49
210	9.31	9.43	8.70	9.15	9.51	12.91	9.34	10.59	9.70	9.70	9.24	9.55
240	8.23	10.40	7.64	8.76	11.60	9.20	10.84	10.55	8.94	11.23	9.56	9.91
270	8.49	9.28	8.20	8.66	10.64	8.64	8.23	9.17	9.05	9.48	7.83	8.79
300	6.89	7.00	6.40	6.76	8.24	9.87	9.44	9.18	9.89	8.51	6.74	8.38
(%) 連 平 均	8.67	9.15	8.37	(100) 8.73	9.99	10.67	9.51	(115) 10.06	9.30	9.59	9.24	(107) 9.38

第 5 表 乾 燥 肉 重 量 の 測 定 結 果 (g/個 体)

処理 連番号 垂下層	駆 除 連				附 着 連				日 乾 連			
	1	2	3	層平均	4	5	6	層平均	7	8	9	層平均
30 cm	1.66	1.44	1.74	1.61	1.81	1.52	1.65	1.66	1.39	1.47	1.58	1.48
60	1.68	1.86	1.74	1.76	1.78	1.43	1.81	1.67	1.91	1.41	1.87	1.73
90	1.83	1.82	1.83	1.83	1.70	1.37	1.53	1.53	1.65	1.89	1.98	1.84
120	1.54	1.71	1.69	1.65	1.89	2.18	1.44	1.84	1.62	1.77	1.77	1.72
150	2.12	2.10	1.81	2.01	1.93	1.80	1.78	1.84	1.71	1.91	1.69	1.77
180	1.99	1.96	1.91	1.95	1.75	1.91	1.82	1.83	1.86	2.09	1.89	1.95
210	1.83	1.73	1.80	1.79	1.55	2.21	1.55	1.77	1.69	1.77	1.83	1.76
240	1.86	1.95	1.57	1.79	1.95	1.60	2.05	1.87	1.72	2.04	1.88	1.88
270	1.78	1.82	1.70	1.77	1.88	1.64	1.51	1.68	1.59	1.80	1.61	1.67
300	1.53	1.34	1.31	1.39	1.67	1.71	1.59	1.66	1.66	1.63	1.44	1.58
(%) 連 平 均	1.78	1.77	1.71	(100) 1.76	1.79	1.74	1.67	(98) 1.73	1.68	1.78	1.75	(99) 1.74

第 6 表 附着生物量と生肉重量・乾燥肉重量

処 理		附 着 連			日 乾 連		
附 着 生 物 重 量		~100g	101~ 200g	201g~	~100g	101~ 200g	201g~
株 数		7	13	10	6	12	12
生 肉 重 量	平 均 値 (g)	10.03	10.09	10.08	9.26	9.08	9.73
	駆除連に対する比の平均値	1.21	1.27	1.10	1.05	1.09	1.09
乾 燥 肉 重 量	平 均 値 (g)	1.60	1.74	1.78	1.70	1.70	1.80
	駆除連に対する比の平均値	0.98	1.02	0.98	0.95	1.00	1.00

このように、この実験では、附着生物の影響は貝殻の生長に最も大きく現われ、生肉重量もそれに伴つてある程度の影響を受けているが、実質的な乾燥肉重量ではほとんどその結果が現われていないことが明らかとなった。

4. 身入度と附着生物の関係

身入度は第 7 表に示したように駆除連では 80~102、平均 91 の値に対し、附着連では 60~92、平均 73、日乾連では 66~96、平均 76 の値を示し、駆除連に対して附着連は 20%、日乾連の場合は 16% 小さな値であつた。

第 7 表 身 入 度 の 測 定 結 果

処理 連番号 垂下層	駆 除 連				附 着 連				日 乾 連			
	1	2	3	層平均	4	5	6	層平均	7	8	9	層平均
30 cm	92	90	101	94	80	79	80	80	78	85	96	86
60	93	97	94	95	84	77	73	78	80	81	82	81
90	88	88	100	92	89	89	74	85	70	86	84	80
120	91	80	98	90	79	73	60	71	76	82	73	77
150	91	88	94	91	70	66	70	69	73	82	80	78
180	98	85	91	91	69	70	67	69	65	74	66	68
210	81	88	94	88	59	72	64	65	62	70	76	69
240	91	89	84	88	67	71	72	70	72	78	78	76
270	89	85	102	92	67	71	64	67	73	72	68	71
300	96	91	86	91	82	69	63	71	68	72	78	73
連 平 均	91.0	88.1	94.4	91.2	74.8	73.7	68.7	72.4	71.7	78.2	78.1	76.0

第8表 附着生物重量と身入度

処 理	附 着 連			日 乾 連		
	~100g	101~ 200g	201g~	~100g	101~ 200g	201g~
附 着 生 物 重 量						
株 数	7	13	10	6	12	12
身 入 度 平 均 値	80.6	70.0	70.2	81.6	78.3	71.7
駆除連に対する比の平均値	0.87	0.77	0.77	0.88	0.85	0.80

附着連・日乾連の各株に附着した生物量と身入度を駆除連の値を基準にした相対値で比較すると第8表のように、附着連・日乾連ともほぼ附着生物の多いものほど低下する傾向になつている。

このような結果は一見、カキと附着生物の餌料の競合によつて起つたものと考えられるが、この差は一般に附着生物の多いものほど貝殻の生長が促進されていた反作用としての身入低下現象とみることも出来る。

考 察

以上の実験結果で最も問題になるのは、駆除連と附着連の間の殻内容量の差が、附着生物の駆除作業による生長抑制に基くものか、あるいは附着生物の存在が貝殻の生長を促進せしめたためかという点であろう。

実験結果のところででも言及したように、われわれはこの差異は主として後者の理由(生長促進)によつて生じたものと考え、その為には、附着生物の存在がカキの貝殻の生長を促進させるような何らかの理由が存在しなければならないことになる。この点に関してわれわれは次のように考えている。

即ち、この実験で主な対照となつた附着生物は、何れも養殖カキの貝殻の上に密着して生長するが、これらの生物が生長しカキの貝殻の生長点である周縁部に達し、カキが外套膜によつてこれを直接感じうる状態になると反射的に貝殻の生長が促進されるのではないかと思われる。

その為にはカキは周囲の条件によつて、貝殻の生長速度をある程度変え得る(早める)能力を必要とするが、このような能力は、カキが外囲条件によつて貝殻の形態を可成り自由に變え得る能力(谷田・菊地, 1955)と共に固着生活を営む二枚貝が、附着生物等による被覆窒息の危険から逃れ、生育に必要な空間を確保する手段として進化の過程で獲得していたものではないだろうか。

このような観点に立てば、カキの貝殻の生長を促進せしめる附着生物は、貝殻に密着し被覆しながら生長する種類に限られ、ムラサキイガイのように足糸で附着しカキの貝殻の表面から遊離している種類では、このような効果は生じないであろう。

駆除連と附着連の殻内容量に大きな差を生ぜしめた理由についてはともかくとして、附着連・日乾連とも附着生物の多いものは、貝殻の大きさに伴つて生肉重量も大きな値を示す傾向がみられるので、収量の点では、これらの附着生物の存在はカキ養殖上、何等不利なことではなく、むしろ有利な存在とみることが出来る。但し身入度については反対に、附着生物の多いものほど身入度が低い傾向にあるので、早期に収穫を予定する場合には不利である。したがつてこの身入度の低下が主として附着生物とカキの餌料の競合によつて起つたものとすれば、生長期にはこれらの附着生物を附着させて貝殻の生長を促進させておき、身入期に入るときに駆除することによつて生産を更に高めることが出来るであろう。

摘 要

養殖カキに附着する複合ホヤ類やカイメン類がカキの生長・身入りに及ぼす影響について宮城県松島湾のカキ養殖場で実験を行い、次のような結果を得た。

1. 殻内容量及び生肉重量は附着生物の多いものほど大きな値を示す傾向がみられた。
2. 乾燥肉重量は附着生物の量に関係なくほぼ一様な値を示した。
3. 身入度は附着生物の多いものほど低下する傾向がみられた。

このように附着生物は、殻内容量と身入度に大きな影響を与えていることは明らかになったが、附着生物の多いものほど殻内容量が増大する理由は、カキと附着生物との空間をめぐる競合の過程で、カキの生長が促進されたためであろう。

文 献

- Loosanoff, V. L., and C. A. Nomejko (1955) : Growth of oysters with damaged shell-edges. Bio. Bull., Vol. 108, No. 2, pp. 151~159.
- 佐藤省吾・武田忠郎 (1952) : 垂下養殖カキの附着生物に関する研究, 第1報 ムラサキイガイ (*Mytilus edulis* LINNE) の駆除について, 東北水研報告 (1) pp. 63~67.
- 妹尾秀実・堀 重蔵 (1927) : 垂下式養蛎試験報告, 水講試報告, 22 (4) pp. 211~261.
- 谷田亨治・佐藤省吾 (1953) : 垂下養殖カキの附着生物に関する研究, 第2報 季節的变化, 東北水研報告 (2) pp. 56~66.
- Tanita, S. (1958) : Sponges collected from Oyster-Rafts in Matsushima Bay and its Adjacent Waters. Bull. Tohoku Reg. Fish. Lab., No. 11, pp. 127~139.
- 横田滝雄 (1936) : 垂下養殖カキの着棲生物駆除に就いて, 養殖会誌 6 (1) pp. 19~22.

種ガキ採苗器の附着生物による汚染と カキ稚貝の附着率※

菊 地 省 吾
谷 田 専 治

ON THE RELATION BETWEEN THE LAPSE DAYS OF COLLECTORS
AND THE ADHESIVE-RATE OF OYSTER-SPATS.

By

Shogo KIKUCHI and Senji TANITA

Contamination of oyster collectors by attaching organisms or by floating mud becomes conspicuous as the time elapse in the sea and thus the collecting value of the collectors decreases.

The writers studied the degree of decrease of adhesive-rate of oyster-spats by the contamination of collectors. We set collectors with three to six days interval during the collecting season, namely from the beginning of July to late August in 1954, then picked up all collectors at the end of August and examined the number of spats and the shell-height compositions of them. On the same time, we put the collectors every three days and examined the number and the sizes of the spats which attached during that time. By using these results, we concluded on the degree of decrease of adhesive-rate of the oyster spats by the contamination of collectors.

The adhesive-rate of oyster-spats in Matsushima Bay in 1954 were presumed to be three to six days after set is 70-100 per cent, six to nine days 60-70 per cent, and 12-15 days 40-60 per cent.

I 緒 言

海中に投入された種ガキ採苗器は、カキの稚貝のみならず、他の附着性動植物にとつても好適な附着場所となつている。

松島湾では、種ガキの採苗時期である 7・8 月に潮間帯に附着する生物として、フジツボ・複合ホヤ・セルプラ・コケムシ・カイメン・ウミシバの類及び附着珪藻類などがみられるが、これらの生物は何れも種ガキ採苗器に附着し、カキ稚貝の附着を妨げる役割をもっている。また、潮流の弱い処では、原板に浮泥が沈着してカキ稚貝の附着を妨げる場合も見うけられる。

これらの附着生物や浮泥による採苗器の汚染の程度は、採苗器を海中に投入してからの日時が経過するにしたがつて著しくなり、カキ稚貝の附着の場としての価値も低下していく傾向にある。そのため、実際の採苗にあつては、採苗器の投入時期が早過ぎたために、附着生物による汚染がひどく、種ガキの附着率が低下し、品質を落しているものも少くない。したがつて、採苗器の汚染とカキ稚貝の附着率との関係を明らかにするこ

※ 東北海区水産研究所業績 第 176 号

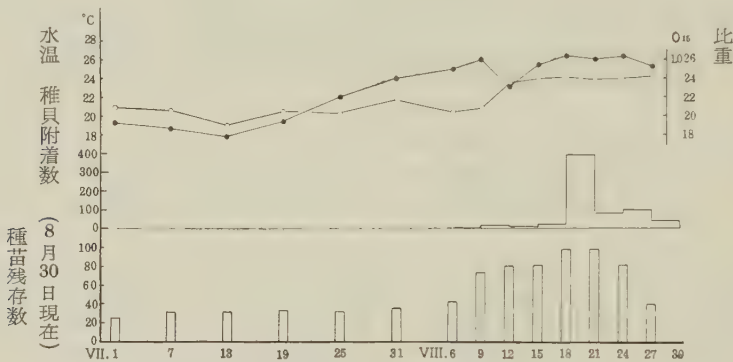
とは、採苗器の投入適期を決定する上で重要なことである。

しかし、採苗器を汚染する附着生物の種類や量は、場所や年によつて可成り変化があるものと予想されるので、こゝでは、採苗器投入後の日時の経過とカキ稚貝附着率の低下傾向について、1954年、松島湾金島水道で行つた実験の結果を報告するにとゞめる。

II 調査方法並びに結果

1954年、松島湾の金島北方約200mの地点に採苗棚を設け、7月1日から8月27日まで採苗器を6〜3日間隔で投入をつゞけ、8月30日に採上げて、それぞれの採苗器に附着生存した稚貝数とその殻高を測定した。またこの間、稚貝附着量の時期的変化をみるために、3日間垂下した採苗器に附着する稚貝数も合せ測定した。

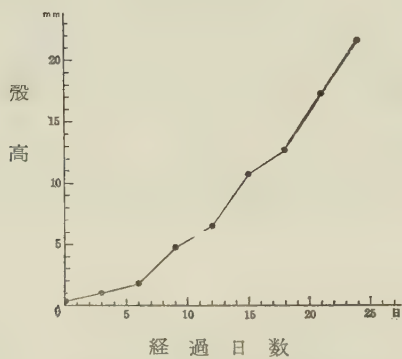
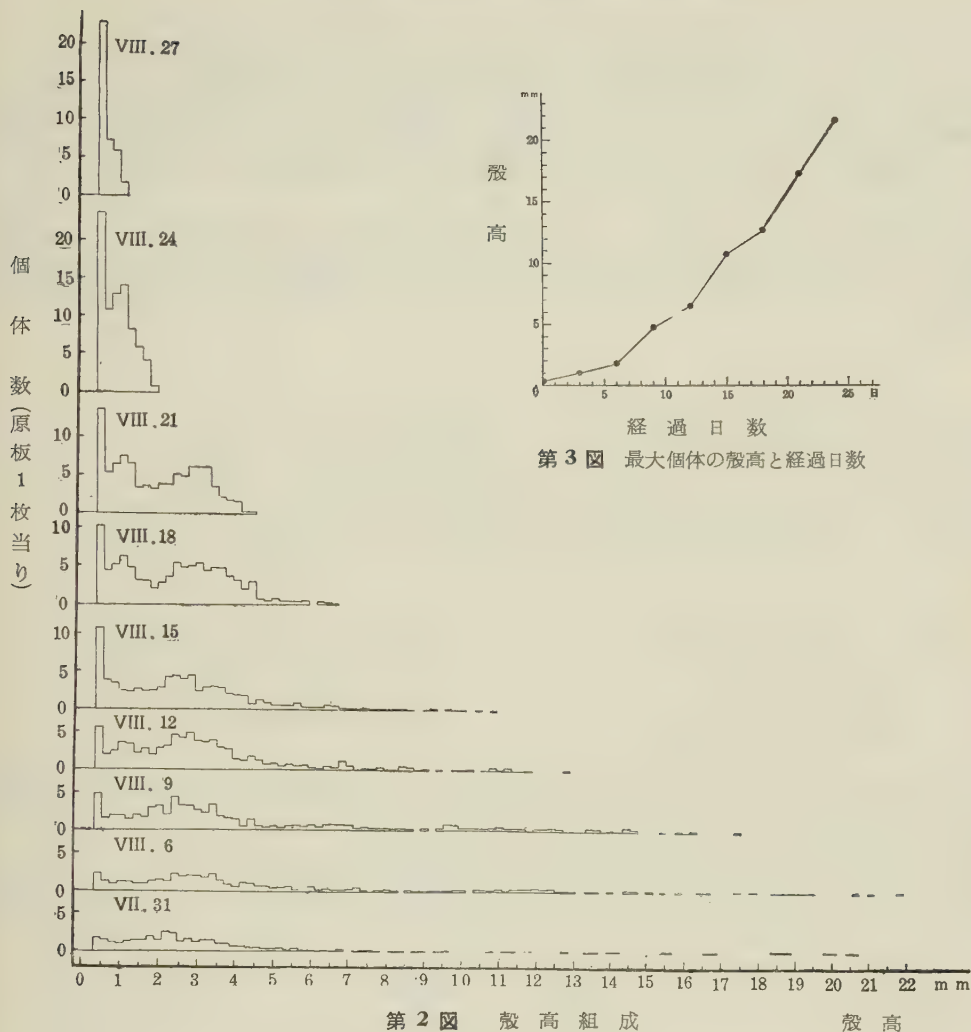
採苗器は20枚のホタテガイの殻(殻高10.5〜12cm)を針金に通したものをを用いた。



第1図 松島湾金島附近のカキ稚貝附着数 (1954年)

3日間投入した新しい採苗器の稚貝附着は、8月上旬から極く少量みられるが、本格的附着は8月18日以降に現われている(第1図)。一方、8月30日現在の、垂下日を異にする採苗器の稚貝附着数は、8月6日以前に垂下した採苗器では、原板1枚当たり30個内外で、垂下時期の早いものはやゝ少い傾向にある。8月9日以降に垂下した採苗器の附着数は、8月18日以降に附着した稚貝の影響で、その数を増しており、8月18日に垂下した採苗器の98.4個を頂点にその後は低下している。ところで、第1図に示した3日毎の稚貝附着量に対して、8月30日現在の各採苗器の稚貝附着数はかなり減少している。例えば、8月18日に垂下したものでは、8月21日には原板1枚当たり390個が附着しているのに、8月30日まで放置したものは、8月21日以降に附着した種苗も含まれているにもかかわらず、生残数は原板1枚当たり100個体に満たない値を示している。このような結果は18日以降に附着した稚貝が、採苗器を取上げた30日までの間に相当数斃死したために起つた(附着後死亡した痕跡が多数認められた)ものであるが、その原因については不明であつた。

次にそれぞれの採苗器に附着している稚貝の殻高組成(第2図)をみると、8月27日に垂下した連では、殻高の最も大きな個体で0.9mmであつたが、大半は0.4mm以下でL型の組成になつている。そして垂下日の早い採苗器ほど殻高の小さな個体は相対的にも絶対的にも次第に減少しており、一方最大個体は垂下日の早いものはどより大きな値を示している。最大個体が垂下日の早いものはど大きいことは、附着後の経過日数が長いためと思われるが、殻高の小さい個体が絶対数でも少なくなつていることは、それぞれの採苗器の附着の場としての価値が、古いものほど低下していたために起つたものとみることが出来る。この測定結果から得られる採苗器の経過日数と最大殻高との関係(第3図)は、この場合の最も生長の早い個体の附着初期の生長



第3図 最大個体の殻高と経過日数

曲線に近いものであろう。

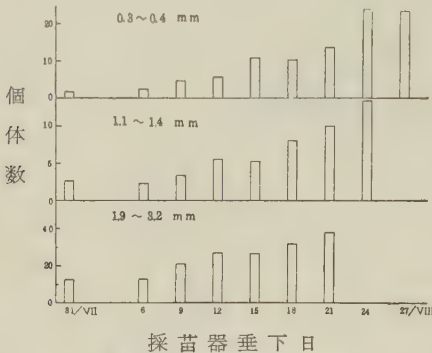
III 採苗器垂下後の日数経過にともなう稚貝附着率低下傾向の推定

8月24日垂下の採苗器に附着した稚貝には8月27日垂下の採苗器にみられる0.4mm以下の附着後間もない稚貝も多数存在するが、1.1mm以上の稚貝もかなり附着しており、最大では1.9mmに達する稚貝もみられた(第2図参照)。したがって24日垂下の採苗器に附着している稚貝のうち、1.1mm以上の稚貝はほとんど全部が27日以前に附着した稚貝とみることが出来る。一方1.0mm以下の稚貝は、27日以降に附着した稚貝と、それ以前に附着していながら、30日になつても1.1mmに達しなかつた一部の個体が含まれているものと考えられる。この1.0mm以下の稚貝のうち、27日以前と以後に附着した稚貝の割合は不明であるが、一般的個体差の法則から考えて、この場合は殻高の小さいもののほど前者(27日以前に附着した稚貝)の割合は小さい傾向にあると考えられる。したがって、それぞれの採苗器に附着している0.4mm以下の稚貝数は、8月27~30日の時点における、それぞれの採苗器の附着の場としての価値を近似的に反映しているも

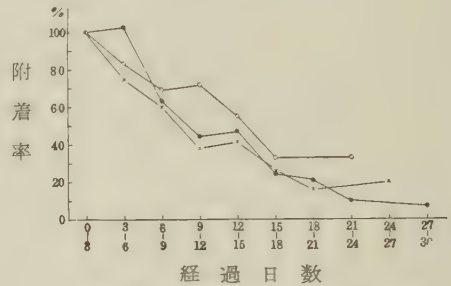
のと考えられる。

また、24 日垂下の 1.1~1.8mm の稚貝はすべて 24~27 日に附着した稚貝であるが、21 日以前に垂下した採苗器については、24 日以前に附着した稚貝の一部が含まれているとみななければならない。しかし 24 日以前に附着した稚貝の割合は 1.1mm に近いものほど小さいものと考えられるので、各採苗器の 1.1~1.4mm 程度の稚貝の附着量は、7 月 24~27 日の時点におけるそれぞれの採苗器の附着の場の価値にはほぼ対応しているものと思われる。

同様に 1.9~3.2mm の稚貝は大部分 8 月 21~24 日に附着した個体と考えられるので、それぞれの採苗器に附着しているこの大きさの稚貝数は、8 月 21~24 日の時点に於ける附着の場の価値には、対応しているものと考えられる。



第4図 殻高別稚貝附着数



第5図 採苗器の経過日数と附着率

このような解釈の上に立つて 0.4mm 以下、1.1~1.4mm、1.9~3.2mm の稚貝数を各採苗器について求めると第4図のような結果になり、垂下直後(0~3 日)の採苗器の稚貝数を 100 として、それぞれの採苗器の稚貝数の比率(附着率)を求め、経過日数を基準に図示すると第5図のようになる。

即ち、垂下後 0~3 日の採苗器に対して 3~6 日経過した採苗器の場合は 102~70%、6~9 日経過したものは 70~60%、12~15 日経過したものでは 60~40% 程度に附着率が低下している。

IV 考 察

種ガキ採苗器の附着率低下の原因である附着生物による汚染——附着の場としての価値の低下——は、採苗器に附着した総ての生物が、いろいろな程度で影響していると考えられるが、附着生物のうちで複合ホヤやコケムシなどの比較的大型に生長する生物の附着場所の占拠によるものと、附着硅藻などの微視的な生物による影響に分けて考えると、大型生物は一般に微視的なものに比べて個体数は少ないが、生長に伴って占拠面積を増大させて大きな影響を与えている。一方、微視的生物は個体の生長は問題にならないが、その増殖速度が早く、比較的短時日のうちに増殖し占拠面積を拡大している。したがって採苗器投下後の比較的初期に起る附着率の低下は、主として微視的生物によるものであり、大型生物による影響はある程度日時が経過してから著しくなるものと考えられる。原板に附着する微視的生物の大部分は *Cocconeis* 属の硅藻で、これが増殖すると原板に密着して皮膜を作り、黄褐色を呈し、稚貝の附着にかなりの影響を持つていると想像されるが、硅藻皮膜の上にもある程度稚貝の附着はみられるので、附着の場の価値は低下させるけれども、全く附着不能な状態になつてゐるようではない。その点複合ホヤやコケムシなどの動物の場合は、その占拠している部分には稚貝の附着は下可能であり、その影響は絶対的である。採苗器垂下後の経過日数と稚貝の附着率との関係を解く上で、各採苗器の稚貝附着数とその殻高組成が基礎となつてゐるが、この場合特にことわらなかつたが、附着稚貝はその採苗器の経過日数にかゝりなく斃死率(食害などによる減耗も含めて)と生長速度が一樣であるこ

とが前提となつている。また附着率を求める基準となつた殻高の範囲の中に、設定した期間外の個体が含まれている可能性の問題、更には、こゝで得られた附着率は、カキ以外の附着生物による場の価値の低下と共に、既に附着していたカキ稚貝自身による場の価値の低下も反映されている。

以上指摘したように、こゝで推定した附着率低下の傾向は、いろいろな問題を含んでおり、附着生物のみによる実際の附着率の低下傾向との近似の程度を明らかにすることは出来ないが、産業的必需品、一応の推定を試みた次第である。

また、上述の結果は特定の地点での、ある期間の結果であり、この結果でもつて 総ての場合を推しはかることは無理であろうが、これまで垂下後の採苗器の汚染と附着率低下の漠然とした常識的理解に一つの 数量化された判断を与えることが出来たと考えている。

V 摘 要

1. 海中に垂下された種ガキ採苗器が、附着生物などによつて汚染され、カキ稚貝の附着率が低下する状態を、採苗器に附着した稚貝数とその殻高組成から推定した。
2. その結果、1954 年の松島湾金島附近の採苗場では、カキ稚貝の附着率は垂下後 3~6 日経過したもので 70~102%, 6~9 日で 60~70%, 12~15 日で 40~60% に低下したものと推定される。

松島湾産カキの発生に及ぼす水温・塩分の影響※

菊 地 省 吾

INFLUENCES OF WATER-TEMPERATURE AND SALINITY ON THE DEVELOPMENT OF OYSTER IN MATSUSHIMA BAY

By

Shogo KIKUCHI

For the purpose to assume the spawning day of the oyster (*Crassostrea gigas*), the writer carried out an experiment on the relation between the development of oyster and the water temperature or salinity.

In Matsushima bay, the relation between the times required from fertilization to the floating stage can be shown by the next experimental formula :

$$t=3.0+0.0415(T-30)^2+42500(S-1.0215)^2$$

where t is the time required in hours; T water temperature of the breeding bottles; S specific gravity (δ_{15}) of used water.

The relation between the developing hours from fertilization until the D-shaped larvae and the water temperature or the salinity has nearly the same tendency to the above mentioned relation. As the salinity keeps away from the favourable value, the time required to reach the D-shaped larvae becomes longer. In regard to the water temperature, the lower the temperature is the more time it requires.

The largest growth velocity of D-shaped larvae is seen in the case of 27°C and specific gravity (σ_{15}) 1.02365.

Variation-coefficient of shell-height of the larvae smaller than 70 μ is nearly uniform, whose average is 0.0278, but in the case of unfavourable salinity, the variation coefficient shows a tendency to become greater.

By using the results obtained in this experiment, the writer shows a figure (Fig. 3) to assume the spawning day of *Crassostrea gigas* in Matsushima Bay basing on the shell-height of the larvae.

緒 言

カキ養殖場で産卵が何時おこなわれたかを正しく推定することは、カキの産卵と環境要因との関連を研究する上で必要なことであると共に、種ガキ採苗適期を予測する上でも基礎的に重要なことである。

従来、カキ養殖場の産卵日推定は、プランクトン・ネットで採集されたカキ幼生の大きさから、幼生の生長速度を適当に仮定し、それに基づいて産卵日を逆算する方法がとられている。この場合、逆算の基礎となるカキ幼生の生長速度は、水温や塩分などいろいろな要因によつて支配されているので、総ての場合に適用される共通の基準を求めることは困難である。しかし、産卵日の推定をより正確にするためには、生長に大きな影響を

※ 東北海区水産研究所業績 第 177 号

及ばすいくつかの要因と生長速度との関係を明らかにすることが先ず必要である。

幼生の生長速度はカキの種類によつて異なるほか、水温・塩分などの物理化学的要因及び、餌料等によつて影響されるものであろうが、受精卵から有殻幼生までの発生過程では、水温・塩分によつて支配的影響を受けることが明らかにされている。したがつて、発生後まもない D 型幼生について その産卵日を推定することは、かなり正確になし得るものと思われる。

また、台風などによる水温・塩分の大きな変動によつて、カキ幼生の浮游層が変化したり、死滅したりすることも考えられるが、これらの自然の脅威に対処する為にも、カキ幼生と水温・塩分等の関係を明らかにしておくことは必要なことである。

マガキの発生に及ぼす水温・塩分の影響については、これまで多くの研究者によつて、その 特長や適温・適塩分の範囲が明らかにされている。

妹尾・堀・日下部 (1926) は、マガキ卵の発生の温度限界が 15~30°C で、好適な範囲は 23~26°C であり、これらの温度範囲内では水温が低いほど発生がおくれることを報告している。塩分の影響は、雨宮 (1921) によれば比重 1.010~1.025 が発育可能な範囲で、その内、好適な範囲は 1.014~1.021 と報告されている。妹尾等によれば好適比重は 1.017~1.021 の範囲で、発育可能な高比重の限界は 1.0274 以上であらうといつてゐる。一方、佐藤 (1948) は的矢湾のカキでは比重 1.022 以上でなければ受精成績が悪く、1.023 以上が最も好条件であると報告している。

発生速度に対する塩分の影響では雨宮や妹尾ら共に、塩分から遠ざかるほど発生速度が低下することを観察している。また、これまでの研究では卵が受精してから D 型幼生に達するまでの時間は、先に述べたように水温・塩分によつて強く規定され、発育可能な範囲ではその条件によつて、22 時間から 83 時間にわたつてゐる。

上述のようにマガキの発生に及ぼす温度・塩分の影響については、かなりの結果が得られており、これまでの研究結果を基礎にしても大まかな産卵日の推定は可能である。しかしマガキ卵の発生に対する塩分の影響については前述のように、実験に用いた母貝の産地が異つてゐるためか、研究者によつてかなり異つた結果が得られており、他の地域のカキ卵の発生速度に及ぼす塩分の影響についても適用されるような一般の基準は示されていない。したがつて、この段階では松島湾のカキの産卵日推定の基礎としてのカキ卵の発生速度と水温・塩分の関係は少くとも松島湾のカキについて得られた実験結果を基礎とする必要があつたので、カキの産卵と環境要因の関係を究明する一環としてこの実験を行つた。なおこの報告をまとめるに当り、適切な御指導を賜つた谷田専治増殖部長に厚く御礼申し上げます。

材料及び方法

実験に用いた母貝は 1956 年夏、松島湾桂島地先で採苗され、1957 年 4 月、同じ場所に垂下養殖されてゐたマガキ (*Crassostrea gigas*) である。

このカキは実験に用いた 1957 年 8 月 1 日には殻高は約 5cm に生長してゐた。養殖棚から約 300m 離れ

第 1 表 桂島桟橋の表面水温・比重 (1957 年)

月 日		7月 16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	8月 1
°C 水温	午前 6 時	22.4	22.8	23.0	22.9	23.9	22.2	22.5	22.5	21.4	22.1	22.6	22.4	22.4	23.2	23.7	24.1	25.1
	午後 6 時	22.5	22.4	24.2	23.7	23.0	23.6	22.8	22.0	23.1	23.2	22.8	22.6	23.4	24.2	26.1	26.0	26.0
σ_{15} 比重	午前 6 時	18.95	17.80	17.19	21.10	18.38	15.38	17.05	17.12	15.87	12.45	18.59	17.73	19.55	20.07	21.02	19.77	20.82
	午後 6 時	18.77	16.28	18.15	16.86	17.10	17.59	17.59	16.48	19.01	19.06	18.52	19.73	20.71	19.91	20.85	21.01	20.55

ている桂島棧橋の同年 7 月後半の水面水温、比重は第 1 表に示す経過をたどっている。母貝は平均水面下約 1m 層に重下されていた個体のうち、生殖巣が最も成熟していると思われる ♀ 各 1 個体を使用した。

人工受精には比重 1.0217、pH 8.3 の自然海水を濾紙で濾過して用いた。受精時の水温は 25°C であった。受精卵は数回洗滌し過剰の精子を除き、あらかじめ水温、比重を調整していた飼育容器に、飼育水 1cc 当り 10 個の密度で収容した。飼育容器は内径 6cm、高さ 18cm の管瓶を用い、飼育水は 200cc とした。飼育容器は水温 18~30°C まで 3°C 間隔の 5 つの恒温水槽におさまった。実験期間中の飼育水の温度は規定の水温から ±0.5°C の範囲にあつた。飼育水の塩分は自然海水に、東北海区水産研究所寒風沢実験所の井水及び煮沸濃縮海水を加えて調整した。実験開始時の飼育水の比重・pH は第 2 表の通りである。

第 2 表 飼育水の比重と pH

区 分	比重 σ_1^{15}	pH
I	1.01527	7.9
II	1.01816	8.1
III	1.02087	8.3
IV	1.02365	8.3
V	1.02654	8.3

恒温水槽に移した受精卵について、受精後 4 時間経過したときから約 30 分毎に温度・比重の差異による浮上開始時の変化を観察した。貝殻が形成されてからは適時、容器毎に 10 個体の殻高を 1μ 目盛のマイクロメーターで測定した。

飼育水は水換を行わなかつた。受精後 26 時間を経過した頃から、水質が悪化し始めたためか、或は餌料が欠乏したためか、生長速度の低下が認められ、斃死個体も現れてきたので、実験は 63 時間で打ち切つた。

実 験 結 果

1. 受精してから浮上期までの発生速度と水温・塩分との関係

第 3 表 受精後の経過時間と幼生の浮游状態

平均水温 °C	時間 比重	時 分 4.00	4.30	5.00	5.30	6.10	6.40	7.20	7.55	9.10	9.40	9.53	10.30	10.55
29.9	I II III IV V	— + + + —	+ + + + +											
27.0	I II III IV V	+ + + + +	— + + + +	+ + + + +										
23.8	I II III IV V		— ± —	+ + + —	± + + + +	+ + + + +								
21.3	I II III IV V				—	± + +	+ + + —	— + + + +	+ + + + +					
18.4	I II III IV V								— —	± + + —	+ + + ±	+ + + +	— + + +	+ + + +

— : 下層で游泳し始める。 ± : 中層まで浮上。
+ : 上層まで浮上。受精は 8 月 1 日午後 5 時 00 分。

人工受精の受精率は、はゞ 100% で、水温 25°C では受精後 15 分で第 1 極体が出現した。受精卵は水洗後直ちに水温・塩分の異なる飼育水に移されたが、受精後 4 時間以内に Gastula stage に達し游泳を始め、飼育水の表面まで浮上するものが現れた。各容器での浮上の状態は第 3 表に示した通りである。

第 3 表でみる通り、卵の発育が進み浮上し始める時間は、水温・塩分によつて大きく異り、水温との関係では、温度が高いほど浮上までの時間は短く、塩分による差は比重 II (1.01816), III (1.02087), IV (1.02365) では大差はないが比重 I (1.01527), V (1.02654) はかなりおくれ、その順位は III・IV・II・V・I の順となつてゐる。卵が受精してから飼育水の表面に浮上するまでの時間と水温・塩分とのこの様な関係は、次の数式で近似的に表すことが出来た。

$$t=a+b(T-\theta)^2+c(S-\sigma)^2 \quad (1)$$

こゝで t は受精後飼育水の表面に浮上するまでの時間、 T は飼育水の温度 (°C)、 S は飼育水の比重 (σ_{15})、 a は定数、 b は温度係数、 c は塩分係数、 θ は最適温度に相当する定数であり、 σ は最適比重に相当する定数である。この定数や係数を実験結果から求め (1) 式にあてはめると次のようになる。

$$t=3.0+0.0415(T-30)^2+42500(S-1.0215)^2$$

この実験式で明らかなように、受精してから浮上するまでの時間が最も短い——発生速度の最も早いという意味での最適条件は、水温が 30°C、比重は 1.0215 である。定数や係数の決定は t の観測値に巾があるため定規法により近似的に求めた。この実験式から推定される t の値と実測値は第 4 表に示す通りである。

第 4 表 観測値と (1) 式による推定値との比較

平均水温	比 重	浮上するまでの時間	推 定 値
29.9 °C	I	時 分 時 分 4.00 ~ 4.30	4.39
	II	4.00 以内	3.28
	III	4.00 "	3.01
	IV	4.00 "	3.12
	V	4.00 ~ 4.30	4.05
27.0	I	4.30 ~ 5.00	5.01
	II	4.00 以内	3.51
	III	4.00 "	3.23
	IV	4.00 "	3.34
	V	4.00 ~ 4.30	4.27
23.8	I	5.30 ~ 6.10	6.14
	II	4.30 ~ 5.00	5.04
	III	4.30 ~ 5.00	4.37
	IV	4.30 ~ 5.00	4.47
	V	5.00 ~ 5.30	5.40
21.3	I	7.20 ~ 7.55	7.47
	II	6.10 ~ 6.40	6.37
	III	5.30 ~ 6.10	6.10
	IV	5.30 ~ 6.10	6.20
	V	6.40 ~ 7.20	7.13
18.4	I	10.30 ~ 11.55	10.14
	II	9.10 ~ 9.40	9.04
	III	7.55 ~ 9.10	8.37
	IV	7.55 ~ 9.10	9.47
	V	9.40 ~ 9.53	9.40

2. D 型幼生に達するまでの時間と水温・塩分との関係

水面に浮上した幼生はその後大部分は順調に発育が進み、受精後 12 時間経過した頃から D 型幼生に達したものが観察された。貝殻の完成した D 型幼生の最少型は殻高が 55~58 μ であつた。

D 型幼生に達するまでの時間は水温によつて大きな差がみられるが、塩分との関係では、比重 II~IV の間

では大差なく、I、V ではかなりおくれた。游泳している幼生の約 50% が D 型幼生に達したときの時間と水温との関係は第 5 表に示した。

第 5 表及び第 6 表の殻高の測定結果から推察できるように、D 型に達するまでの時間と水温・塩分との関係も、浮上期までの時間と水温・塩分との関係とは、同様な傾向にあることは明らかである。理論的には (1) 式の定数や係数が受精から D 型幼生に達するまでの発生

第 5 表 平均水温と受精後 D 型幼生に達するまでの時間 (比重：1.01816~1.02365)

平均水温	D型に達するまでの時間
30.0 °C	12 時間
26.8	13
23.8	16
21.3	20
18.3	26

第 6 表 受精後の経過時間と殻高平均値 (μ)

平均水温	比重	受 精 後 の 経 過 時 間											
		時 分 14.00	16.00	18.00	20.15	24.25	25.45	26.00	35.30	37.45	42.00	54.00	63.00
30.0 °C	I	56.9	60.1			63.8		60.6	66.8		67.1	69.2	68.5
	II	58.8						63.2					69.2
	III	59.6						63.2					70.5
	IV	59.6						64.9					70.5
	V	——						——					——
27.0	I	——				62.1		60.2	65.1		67.3	70.2	64.0
	II	56.9						62.1					68.0
	III	57.6						62.7					70.1
	IV	56.5						61.8					70.7
	V	——						61.5					63.6
24.0	I			57.4		58.9			59.3		64.0	65.9	62.5
	II								61.5				67.4
	III								61.2				68.6
	IV								62.4				69.2
	V								59.9				64.6
21.0	I				56.5	57.6			×		62.2	63.5	×
	II								59.8				67.3
	III								×				×
	IV								59.8				66.4
	V								59.3				62.8
18.4	I					55.8	56.0			58.4	59.6	59.6	57.7
	II												61.4
	III												62.9
	IV												62.6
	V												57.6

(註) ——：貝殻未完成 ～～：死亡個体あり ×：実験中止

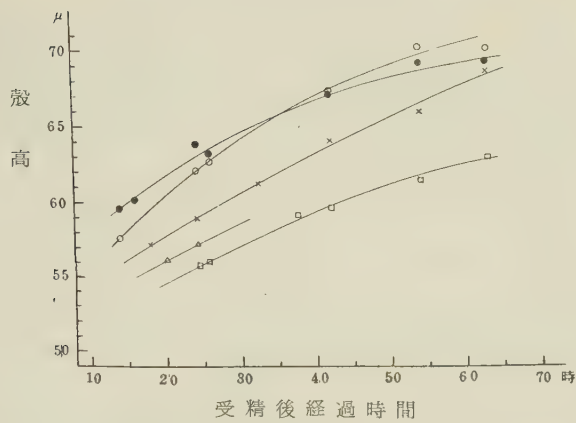
過程を通じて相対的に一定であるとするならば、D 型に達するまでの時間と水温・塩分との関係式も、(1) 式と同じ型になるはずである。しかし、この実験結果では、D 型に達するまでの時間と水温・塩分の関係は (1) 式に $(T-\theta)$ の 1 次の項を加えた

$$t = a + b (T - \theta)^2 + d (T - \theta) + c (S - \sigma)^2$$

の方が一層適合するようである (但し d は負の値)。

3. 貝殻形成後の殻高の生長速度と水温・塩分との関係

第 1 図に示したように、殻高の生長速度は、貝殻形成後 10~15 時間はほぼ一定であるとみられるが、それ以降は次第に低下の傾向にある。しかし筆者の観察では自然ではこの様な低下傾向は認められないので、この実験の場合の生長速度の低下現象は、餌料の欠乏などの実験条件によるものと考えられる。したがって、こゝでは成長速度がほぼ一様な貝殻完成後 10~15 時間について生長速度を求めると第 7 表の結果が得られる。



第 1 図 殻高生長経過 (比重：1.02087)

—●— 30.0℃, —○— 27.0℃, —×— 24.0℃, —△— 21.0℃, —□— 18.4℃

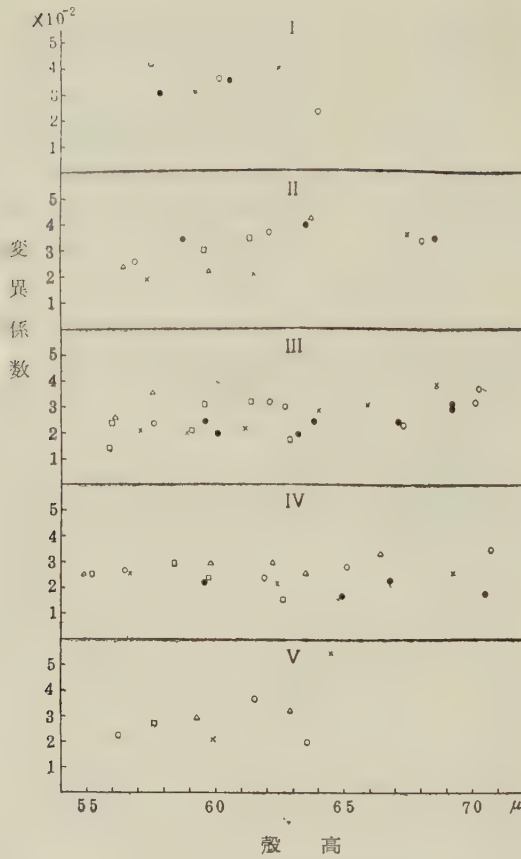
第 7 表 貝殻形成直後の殻高の生長速度と水温塩分との関係

平均水温	比重	計 算 基 礎	生 長 速 度	
			$\mu/1$ 時間	$\mu/24$ 時間
30.0℃	I II III IV V	$\frac{\mu}{\mu \text{ 時}}$ 60.6-56.9/12.0	0.308	7.4
		63.5-58.8/12.0	0.392	9.4
		63.2-59.6/12.0	0.300	7.2
		64.9-59.6/12.0	0.442	10.6
27.0	I II III IV V	62.1-56.9/12.0	0.433	10.4
		62.7-57.6/12.0	0.425	10.2
		61.8-56.5/12.0	0.442	10.6
24.0	I II III IV V	61.5-57.4/14.5	0.283	6.8
		61.2-57.1/14.5	0.283	6.8
		62.4-56.6/14.5	0.400	9.6
20.9	I II III IV V	59.8-56.5/12.25	0.270	6.5
		59.8-54.9/12.25	0.400	9.6
18.4	I II III IV V	59.1-56.0/12.0	0.258	6.2
		59.7-55.2/12.0	0.375	9.0

この表に示されているように、生長速度の最も大きい水温は 27℃ で、比重は IV となり、貝殻形成以前の発生過程における水温・塩分との関係とは多少傾向が異つてきている。

4. 殻高の変異係数と水温・塩分との関係

自然で採集された D 型幼生が同時に産卵されたものかどうかを推定するためには、同時に受精し発育した D 型幼生の殻の大きさの変異係数を明らかにしておくことは有効である。また妹尾等の観察では塩分が不適当になると貝殻の大きさが不揃になることが認められているので、環境条件の好適な度合を知る上にも変異係数



第 2 図 殻高と変異係数

● ; 30.°C, ○ ; 27°C, × ; 24°C, △ ; 21°C, □ ; 18.4°C, I, II, III は比重

第 8 表 変異係数と水温・塩分との関係

水温°C 比重	I	II	III	IV	V	平 均
30.0	(2) 0.0320	(3) 0.0358	(7) 0.0249	(4) 0.0199		(16) 0.0266
27.0	(2) 0.0285	(3) 0.0287	(6) 0.0296	(4) 0.0285	(2) 0.0285	(17) 0.0272
24.0	(2) 0.0351	(3) 0.0251	(6) 0.0269	(3) 0.0242	(2) 0.0356	(16) 0.0294
20.9		(3) 0.0293	(2) 0.0308	(5) 0.0288	(2) 0.0312	(12) 0.0296
18.4	(1) 0.0416	(2) 0.0322	(6) 0.0234	(4) 0.0236	(2) 0.0249	(15) 0.0260
平 均	(7) 0.0333	(14) 0.0280	(27) 0.0272	(20) 0.0252	(8) 0.0301	(76) 0.0278

(註) () 内の数値は平均した変異係数の数

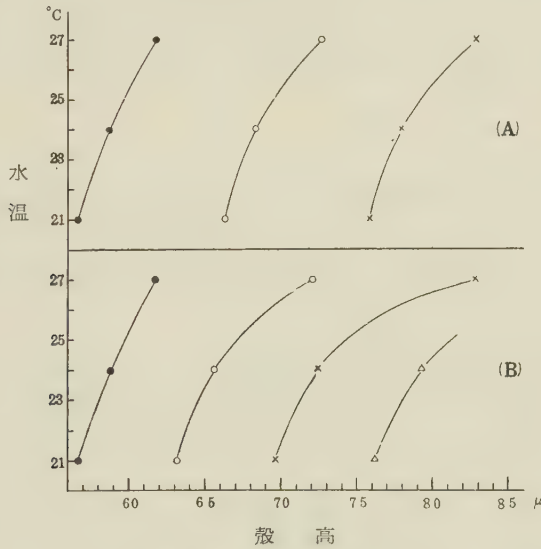
を求めておくことは意義があると考えられる。

この実験で得られた殻高の変異係数は第 2 図に示すように 70μ 以下では、殻高にかゝりなくほぼ一様で、その平均値は 0.0278 である。変異係数と水温・塩分の関係は第 8 表に示すように、水温による差異は小さく塩分との関係では殻高の成長速度の最も大きい比重 IV で最少値を示し、塩分の好適な度合に対応しているようにみうけられる。

5. 産卵日推定基準としての殻高と水温・比重の関係

上記の実験結果はなお不備な点もあり、この実験結果だけから松島湾に於けるカキの産卵日推定の基準を作することは、いろいろ問題はあられるけれども、この様な実験を再三繰返し行うことも困難なので、一応この実験結果を基にして、水温 $21\sim 27^{\circ}\text{C}$ 、比重 $1.018\sim 1.024$ の実用的な範囲で産卵日推定の基準を作つてみたい。

先ず受精から D 型幼生に達するまでに必要な時間は、比重 $1.018\sim 1.024$ の範囲ではその差が僅少なので、塩分による差は無視し、水温による影響だけを考え、第 5 表の値をそのまま用い、その時の殻高は 56μ とする。貝殻形成後の殻高の生長速度は塩分によつてかなり差がみられるので、第 7 表の結果から比重 1.022 以下とそれ以上に分け、1.022 以下では水温と生長速度の関係を 27°C のとき $10.3\mu/24$ 時、 14°C で $6.8\mu/24$ 時、 21°C のとき $6.5\mu/24$ 時とし、比重 1.022 以上では、 27°C のとき $10.6\mu/24$ 時、 24°C 及び 21°C のとき $9.6\mu/24$ 時とすると第 3 図のような産卵日推定図が得られる。



第 3 図 産卵日推定図

(A) ; 比重 1.022 以上, (B) ; 比重 1.022 以下

—●— 24 時間前産卵, —○— 48 時間前産卵, —×— 72 時間前産卵, —△— 96 時間前産卵

考 察

この実験は始めに述べたように産卵日推定の基準としての発生速度と水温・塩分の影響を明らかにする目的で行われているので、松島湾のカキの发育可能な水温・塩分の限界は明らかにできなかったが、少なくとも設定された水温・塩分の範囲では大体发育可能であるとみることが出来る。この水温・塩分条件の範囲でも組合せ如何によつては、かなり不適当な場合もみうけられる (例えば水温 30°C 、比重 1.02654 の場合)。

雨宮や妹尾等のマガキの発生と水温・塩分の影響についての実験結果と筆者の結果を比較すると、水温や塩分の高低に対する発生速度の相対的な関係では質的な差は無いように思われるが、最適温度・最適塩分及びそ

の時の発生速度の絶対値ではかなりの差がみられる。この量的な面での差異は主として母貝の産地や実験条件の相違によるものであらう。たゞ、受精から D 型幼生に達するまでの時間では、筆者の得た結果はこれまで報告されているものよりも、はるかに短時間（約 1/2）で D 型幼生に達している。

このような大きな時間的差異が如何なる理由によるものかは不明であるが、筆者の実験では特に発生を異状に促進せしめるような要因があつたとは考え難く、この点については別の機会に更に調べてみたい。

受精から浮上までの時間と水温・塩分の関係を表す (1) 式がかなり良く適合していると思われるが、この式がこれら相互の関係を基本的に表現しているものとするれば、ホルモンや酵素の働きによる生理学的意義づけも可能であるように思われる。

母貝の産地の違いと発生に及ぼす水温・塩分の影響の差異については、これまでの各研究者の実験結果を比較すると、発生と塩分の関係は母貝の棲息水域の塩分濃度に影響されているようにみうけられる。H. C. Davis (1958) によれば *Crassostrea virginica* では、母貝を或る期間異つた塩分の海水で飼育すると、それぞれの母貝から得られる卵の発生と塩分の関係が変化すると報告されている。もつとも雨宮はマガキではこの点を否定しており、またマガキは分類学的にもしばしば間違になつてゐる種であるから更に検討を加える必要があるが、*C. virginica* でみられるような現象がマガキについても起り得ると考える方が妥当のように思われる。そうすると特定の地域に棲息するカキでも年による塩分の変動によつて、その卵の発生塩分限界や好適塩分の値に差が生ずることが考えられる。しかし、発生速度はこの実験で明らかのように好適塩分を中心にかんがりの範囲にわたつて塩分による差が小さく、*C. virginica* の場合のような関係がマガキについて存在するとしても、産卵日推定の基準を変えなければならないほどの年による大きな相違は起り難いであらう。

摘 要

1. カキ幼生の大きさからその幼生の産卵日を推定するために、発生と水温・塩分との関係について実験を行つた。

2. 松島湾のマガキでは受精から水面に浮上するまでの時間と水温・塩分の関係は次の実験式で表すことが出来る。

$$t = 3.0 + 0.0415(T - 30)^2 + 42500(S - 1.0215)^2$$

受精から D 型幼生に達するまでの時間と水温・塩分の関係も、はゞ同様な傾向で、一定の塩分から遠ざかるほど D 型に達するまでの時間が長く、水温との関係は 30°C 以下では温度が低いほど時間が長くなる。

3. D 型幼生の殻高の生長速度と水温・塩分の関係では、水温 27°C、比重 1.02365 のとき最も生長速度が大きい値を示した。

4. 殻高の変異係数は 70μ 以下でははゞ一様で平均 0.0278 の値であつた。水温との間には特に関係は認められないが、塩分については生長のおそい塩分ほど変異係数が大きくなる傾向がみられる。

5. この実験結果から松島湾に於けるカキの産卵日を採集されたカキ幼生の殻高から推定する図を作製した。

文 献

雨宮育作 (1921) : 牡蛎の発生初期に就ての観察及び其の鹹度との関係、水学報、3 (3)。

堀 重蔵・日下部台次郎 (1926) : マガキ仔虫の人工飼育及び天然に於ける貝類幼虫の害敵に就いて、水講試報、22 (3)。

Davis H., C., (1958) : Survival and growth of clam and oyster larvae at different salinities. Bio., Bul., 114 (3)。

今井文夫・畑中正吉 (1949) : 無色鞭毛虫に依るマガキ (*Ostrea gigas* Thunb.) の人工飼育、東北大農研集報、1 (1)。

- 倉中政幹 (1909) : 牡蛎卵の受精能力と海水鹹度. 水研誌. **4** (1).
- 大泉重一 (1953) : 種ガキ生産に關しての松島湾の生態調査. 生態学研究. **13** (3).
- 佐藤忠勇 (1948) : まがき幼生の生育と表面水温, 比重との關係. 水産研究会報. **1**.
- 妹尾秀実・堀 重蔵・日下部台次郎 (1926) : マガキ卵の発生と温度比重との關係. 水講試報. **22** (3).
- 高槻俊一 (1949) : 牡蛎. 東京.

仙台湾におけるカキ幼生の分布について※

菊 菅 地 省 吾
菅 野 野 重 尚
佐 藤 重 勝
佐 野 孝

ON THE DISTRIBUTION OF OYSTER LARVAE IN SENDAI BAY

By

Shōgo KIKUCHI, Hisashi KANNO, Shigekatsu SATŌ

and Takashi SANO

Very few surveys have been carried out on the relationship between oyster larvae and the environments in Sendai Bay with reference to them in the several inner bays, Matsushima Bay, Mangoku-ura, Oginohama Bay, Ōhara Bay, etc., which are the cradle of the larvae. The present paper gives a brief survey of the larvae distribution and environmental factors in the northern part of Sendai Bay on August 3rd, 1960, when oyster larvae occur most plentifully every year.

The results are summarized as follows;

The oyster larvae appeared at all the stations, though very few at the stations 10 miles distant from the shore. And it seems that the densest distributions of the larger larvae leave the inner parts to the circumferences of bay-mouths in all the inner bays as compared with them of the smaller larvae.

The results of the oyster-spat-collections in all the inner bays in 1960, may be sawayed by the existence of the accumulating-and-growing mechanism of the larvae (KIKUCHI, 1960), which is probably decided by the geographical features of the bays and the influences of off-shore waters.

緒 言

仙台湾は宮城県牡鹿半島と福島県松川浦を結ぶ開放型の外湾で、その北部に位置する松島湾・万石浦及び牡鹿半島南側の荻浜湾・大原湾等の内湾は、ノリ・カキの養殖と共にわが国屈指の種ガキ生産地となつている。これらの地域で種ガキ生産が発展した基礎には、自然条件が極めて好都合な状態にあることはいうまでもないが、種ガキ生産に関与する環境要因に対する検討は必ずしも充分に行なわれていたとはいえない。殊に採苗に関する諸問題については、カキ幼生の主要発生地である内湾と、それに接する仙台湾を結びつけて、カキ幼生と環境との関係を検討していく必要があると考えている。

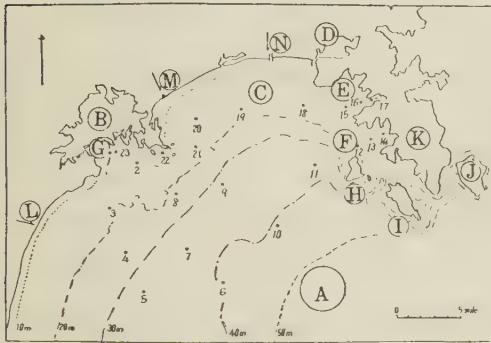
筆者等は 1958 年より松島湾を対象として、種ガキ採苗期における環境要因及びカキ幼生の動向について総

※ 東北海区水産研究所業績 第 178 号

合的な解析を試み、この時期の松島湾外の水塊の性状と動向が松島湾内の水質・Planktonの発生に大きな影響をもっていること、及び松島湾内の養殖場で産卵・発生したカキ幼生の大部分が松島湾外に移動して生育していることを明らかにし、種ガキ採苗場の環境条件の把握は単に採苗場の周辺にとまらず、広く沿岸水塊の動向との関連の上で行なわれる必要のあることを指摘した(佐藤・菅野・菊地 1960)。

1960年度においては上述した事柄と関連して、仙台湾北部のカキ幼生分布の一般的傾向を調査する目的で、カキ幼生の大量に出現する8月上旬にカキ幼生とこの水域の環境調査を行ない、二・三の知見を得たので茲に報告する。調査にあたり協力して戴いた本所所属わたくし船長本田慶三氏並びに船員各位、及び適切な御指導を賜った谷田専治増殖部長に厚く御礼申し上げる。

調査並びに測定方法



第1図 調査地点

A: 仙台湾, B: 松島湾, C: 石巻湾, D: 万石浦, E: 萩浜湾, F: 大原湾, G: 桂島, H: 田代島, I: 網地島, J: 金華山, K: 牡鹿半島, L: 七北田川, M: 鳴瀬川, N: 北上川

調査は1960年8月3日、干潮時から満潮にかけて第1図に示す23の調査地点について行なった。水温・塩素量・pH・Silicate-Si・Phosphate-P・Ammonia-N・Nitrite-N及びNitrate-Nは表層及び5m層から北原式採水器で採水し、海洋観測指針に基いて測定を行なった。カキ幼生及びその他の浮游生物は北原式定量用ネット(節網NP58)を用い5m層から垂直採集した。カキ幼生の測定は100 μ 及び200 μ の節網で3段階に分けて計数した。浮游珪藻は採集量の1/1000を計数した。またPlankton沈澱量はホルマリンで固定後24時間放置してから計量した。

調査結果

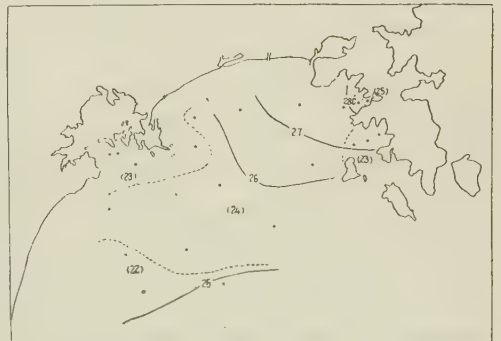
1. 水質

仙台湾は第1図に示すように、松島湾・石巻湾・萩浜湾・大原湾等の内湾を包含し、水深は約50m以浅で、主な流入河川は北上川・鳴瀬川・七北田川・名取川・阿武隈川等である。

水温・塩素量・pH・Silicate-Si・Phosphate-P・Ammonia-N・Nitrite-N及びNitrate-Nの測定結果は第1表に示す。

(A) 水温の分布

8月3日仙台湾北部水域の表面水温(第2図)の分布は、牡鹿半島南側の内湾一帯の比較的高温な水域から沖合のSt. 5, 6に向かつて低下していく傾向を示している。また5m層の水温分布では、松島湾・大原湾等の内湾附近で23°C台、沖合のSt. 4~6で22°C台で、中央部の24°C台の水温に比べてやや低い傾向を示しているが、一般的には表層及び5m



第2図 水温分布 — : 0m, : 5m

第 1 表 水 質 調 査 結 果

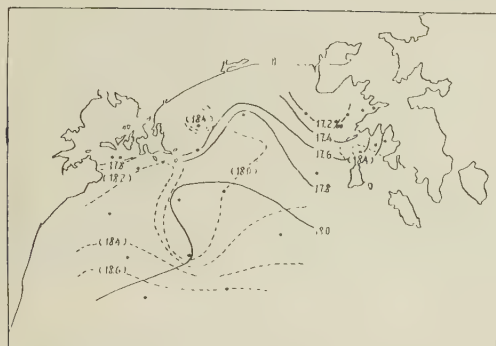
調査 地点	調査時間	深度 (m)	水 温 (°C)	pH	Cl %	Siilicate-Si μg-atoms/L	Phosphae -P #	Ammoma -N #	Natrite -N #	Natrate -N #	備 考
1	5.25	{ 0 5	25.9 23.5	8.0 8.0	17.61 17.88	20 10	2.0 0.4	5.0 3.0	— —	tr —	干潮時
2	5.45	{ 0 5	25.6 23.6	8.0 8.0	17.77 18.24	20 10	1.0 0.6	3.0 3.0	— —	tr —	
3	6.20	{ 0 5	25.4 24.4	8.0 8.0	17.77 18.28	10 10	0.2 —	3.0 3.0	— —	— —	
4	6.55	{ 0 5	25.6 22.5	8.0 8.0	17.76 18.67	10 10	— —	3.0 3.0	— —	— —	
5	7.25	{ 0 5	25.1 22.6	8.0 8.0	18.00 18.70	10 10	— —	3.0 3.0	— —	— —	
6	8.10	{ 0 5	24.8 22.3	8.0 8.0	18.02 18.70	10 10	— —	3.0 3.0	— —	— —	
7	8.40	{ 0 5	25.8 24.8	8.0 8.0	17.99 18.01	10 10	— —	3.0 3.0	— —	— —	
8	9.05	{ 0 5	25.4 24.2	8.0 8.0	18.06 18.09	10 10	0.1 0.1	3.0 3.0	— —	— —	
9	9.30	{ 0 5	25.8 24.8	8.0 8.0	18.05 18.17	10 10	0.1 0.1	3.0 3.0	— —	— —	
10	10.00	{ 0 5	25.5 24.1	8.0 8.0	18.09 18.33	10 10	— —	3.0 3.0	— —	— —	
11	10.30	{ 0 5	26.0 24.6	8.0 8.0	17.75 18.14	10 10	— —	3.0 3.0	— —	— —	
12	10.55	{ 0 5	26.8 23.4	8.0 8.0	17.47 18.45	10 10	0.5 0.1	3.0 3.0	— —	— —	
13	11.05	{ 0 5	27.2 23.2	8.0 8.0	17.57 18.38	10 10	— 0.5	7.0 3.0	— —	tr —	
14	11.15	{ 0 5	27.2 23.4	8.0 8.0	17.84 18.54	10 10	0.1 0.5	7.0 4.0	— —	tr —	満潮時
15	11.45	{ 0 5	27.8 24.7	8.0 8.0	17.21 18.14	10 10	— —	3.0 3.0	— —	tr —	
16	11.55	{ 0 5	28.1 24.2	8.0 8.0	17.13 18.18	15 10	— —	4.0 4.0	— —	tr tr	
17	12.00	{ 0 5	28.4 25.8	8.0 8.0	17.08 17.77	15 10	— —	4.0 4.0	— —	tr tr	
18	12.37	{ 0 5	27.5 24.6	8.0 8.0	17.24 18.06	15 15	— —	5.0 5.0	— —	tr tr	
19	13.05	{ 0 5	26.5 24.6	8.0 8.0	17.91 17.98	10 10	0.1 —	3.0 3.0	— —	tr —	
20	13.30	{ 0 5	25.2 24.9	8.0 8.0	17.56 18.40	10 10	— —	3.0 3.0	— —	— —	
21	13.50	{ 0 5	25.5 23.8	8.0 8.0	17.66 18.09	10 10	— —	3.0 3.0	— —	— —	
22	14.05	{ 0 5	25.7 23.9	8.0 8.0	17.78 18.16	10 10	— —	5.0 5.0	— —	tr —	
23	14.30	{ 0 5	26.2 24.5	8.0 8.0	17.72 17.96	20 10	— —	5.0 5.0	— —	0.8 —	

層の水温分布では沖合程水温が低くなっている。

尚、表層及び 5m 層の pH の分布は、第 1 表に示すように各調査地点共変化はみられなかつた。(pH の測定は採水後研究室内に持帰り比色を行なつたものである。)

(B) 塩素量の分布

表層の塩素量の分布は (第 3 図)、沖合から Cl 18% の等塩分線が仙台湾北部水域の中心部に張り出し、こ



第3図 塩素量分布 — : 0m : 5m

g-atoms/L 以下、Ammonia N の存在量も $7\mu\text{g-atoms/L}$ 以下であり、特に Nitrite-N 及び Nitrate-N の存在量は極めて少なかった。

Silicate-Si の分布からみると、St. 2 附近までは松島湾内の湾内水が流出していることが推定され、St. 18 附近は北上川の陸水の影響と思われる。Phosphate P・Ammonia-N・Nitrite-N 及び Nitrate-N の存在量もこれら陸水の影響を受けている水域に測定されている。

2. 浮游生物

浮游生物中、カキ幼生・二枚貝幼生及び浮游硅藻の測定値を第2表に示す。

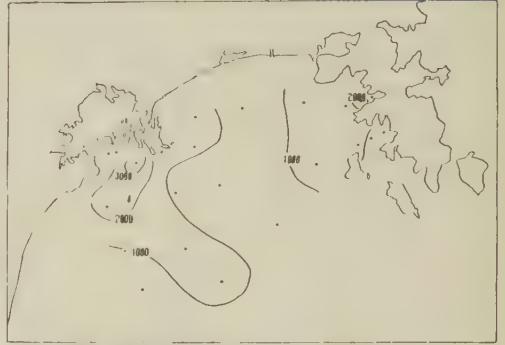
第2表 浮游生物測定結果

測定値は各回共採集量 (推定値 225L) 全体の値である。
但し、浮游硅藻はその 1/1000 の値。

調査 地点	沈澱 量 (cc)	カキ幼生個体数				その他の 二枚貝 個体数	浮游硅藻細胞数				
		>200 μ	200 μ 100 μ	<100 μ	合計		Chaetoceros	Skeletonema	Thalassio- thrix	Bacteria- strum	Rhizosolenia
1	26	12	1500	7740	9252	5119	900	170	3	0	0
2	55	64	170	610	844	1826	3440	72	3	2	0
3	70	1	30	180	211	1799	2821	54	0	1	1
4	44	0	33	355	383	1423	847	0	0	0	0
5	35	0	0	3	3	729	672	0	3	1	1
6	69	1	3	1	5	45	1476	0	0	0	0
7	47	0	9	30	39	1105	1122	4	0	1	1
8	48	0	12	24	36	1178	624	0	0	3	0
9	54	4	28	35	67	880	834	0	0	0	0
10	50	2	20	17	39	313	888	0	0	0	1
11	95	0	36	150	186	969	1548	0	0	1	1
12	80	3	330	225	558	1115	1890	0	0	4	0
13	48	11	115	60	185	1098	786	0	0	0	0
14	30	7	164	165	336	942	485	0	0	2	0
15	73	39	1330	184	1553	1198	1688	0	0	2	1
16	74	19	1020	1690	2729	3229	2560	0	0	6	0
17	68	12	405	315	732	2066	888	8	0	1	1
18	83	5	445	2520	2970	4110	1232	0	0	1	1
19	55	0	71	390	461	1377	565	0	3	1	0
20	80	0	30	55	85	708	1490	0	0	2	0
21	40	0	22	50	72	661	1150	0	0	1	0
22	72	113	2640	3260	6013	4150	1044	0	0	3	1
23	48	11	1580	8320	9911	4360	1216	24	0	2	0

(A) 浮游硅藻の分布

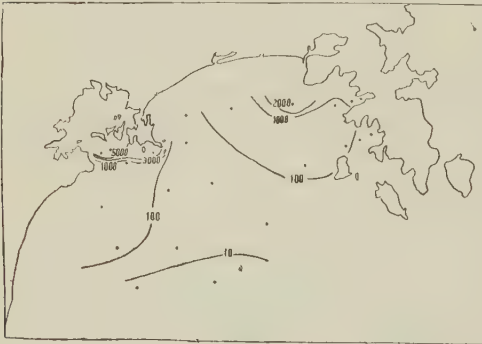
浮游硅藻の中最も多く出現したのは *Chaetoceros* で各地点とも、*Ch. affinis*, *Ch. didymus* 及び *Ch. compressus* が混在している。*Chaetoceros* の分布状態(第4図)は、牡鹿半島南側の内湾部は少なく、各内湾の湾口附近に最も多く出現している。これより沖合になると再び少なくなっており、特に St. 4, 5 と St. 8~10 及び St. 19 では少ない。この特に *Chaetoceros* の少ない地点では、*Skeletonema* は殆んどみられない(第2表)。このことはこれらの地点では沿岸水の影響が少ないものと思われる。



第4図 *Chaetoceros* の分布 (細胞数/0.225L)

(B) カキ幼生の分布

カキ幼生は全調査地点に出現しているが(第5図 A・B・C)、陸地から約 10 哩離れた最も沖合の St. 5, 6 では 225L 当り総計で 10 個体以下でその分布は極めて少ない。総計で 500 個体以上出現している調査地点は、松島湾外部の St. 1, 2, 22, 23, と万石浦沖 2 哩の St. 18 及び茨浜湾外部の St. 15, 16, 17・大



A



B



C

第5図 A 小型カキ幼生の分布 (個体数/225L)
B 中型カキ幼生の分布 (個体数/225L)
C 大型カキ幼生の分布 (個体数/225L)

原湾沖合の St. 12 の 9 地点であつた。これらの地点は何れも養殖ガキのある内湾を内側にひかえた地点であり、濃密なカキ幼生群が湾外に流出して来ていることを示している。カキ幼生はこれらの内湾周辺部を中心にして沖合に向かつて拡散している。

松島湾附近のカキ幼生の分布を大きさ別にみると、St. 1, 2, 22, 23 の水域では小型幼生（殻長 100μ 以下）は内湾に最も近い St. 1, 23 が約 8000 個体に対し、St. 22 では 3260 個体、St. 2 では 610 個体となつているが、中型幼生（殻長 $100\mu\sim 200\mu$ ）では St. 22 に最も多く次いで St. 1, St. 23, St. 2 となつている。一方大型幼生（殻長 200μ 以上）は St. 22 が 113 個体、St. 2 で 64 個体に対し St. 1, 23 は 10 個体台の値を示し、生育した幼生は密度の高い地点が沖合の方に移る傾向がみられる。また荻浜湾附近でも、大型幼生及び中型幼生は何れも湾口附近にその出現量が多くなる傾向を示している。

考 察

本調査はカキ幼生の最大出現期である 8 月上旬に行なつたものであるが、概測はカキ幼生の分布を中心に、表層から 5m 層について行なつているため複雑な海況の変化や採苗期全般を通じてのカキ幼生の分布状況については詳細な解析を行なうことはできないが、1960 年度の種ガキ採苗の主体となつた 8 月上旬の仙台湾北部水域のカキ幼生の分布と、この時期の環境条件について一般的傾向を察知することは不可能ではない。

水質について

水温と塩素量の分布から、8 月上旬には仙台湾北部水域に低温高鹹な沖合水が侵入している傾向がある。この期の三陸近海の海況（東北水研漁況速報 17～20 号）によれば、7 月下旬から 8 月上旬にかけて金華山沖を北上する表面水温 $23\sim 24^{\circ}\text{C}$ の暖水帯が北緯 39° 度線に達しており、この影響を受けているものと思われる。牡鹿半島南側の大原湾附近は、牡鹿半島と亘代島・網地島に挟まれた狭い水道部に接しており、この附近にかなり高い塩素量の水域が出現していることは、この水道部を通過する沖合水の勢力がかなり強いことを示しているように思われる。尚、7 月 10 日のこの水道部の調査でも塩素量 18.8‰、水温 20°C 、透明度 10m 以上の沖合性の水を概測している。

カキ幼生の分布について

カキ幼生の分布を全般的にみると、その分布は母貝の存在量の最も多い各内湾を中心に沖合に向かつて拡散する傾向を示しているが、仙台湾北部水域の中央附近一帯には少なく、更に沖合の St. 5, 6 附近では極めて分布量は少なくなつている。このカキ幼生の分布状態はこの時期の仙台湾の内湾水の拡散の傾向を示唆しているものと考えてよからう。

カキ幼生の分布は産卵量・経過日数更には沖合に運ばれてからの環境条件によつてその分布量は変化して行くが、本調査の湾口部附近におけるカキ幼生の分布を发育段階別に分けてみると、小型幼生から中型更に大型幼生と发育段階が進むにつれて、その分布の中心は沖の方に移る傾向が認められる。このことは松島湾のカキ幼生の分布で考察したように（菊地・1960）、湾口部附近にカキ幼生の蓄積機構が存在することによるものであろう。

1960 年度の各内湾の種ガキ附着結果について

1960 年度の種ガキ採苗器は主に 8 月上旬から中旬にかけて投入されており、本調査の行なわれた 8 月上旬の仙台湾北部水域のカキ幼生分布によつて概測されたものが附着の主体となつたものと考えられる。仙台湾に面する各内湾の採苗状況は松島湾・万石浦・荻浜湾は附着は極めて良好で、松島湾内の柱島地先ではホタテガイ厚板 1 枚当り 180 個体、柱島沖合（St. 1 附近）で約 800 個体、荻浜湾ではカキ殻 1 枚当り約 100 個体の高密度の附着をみたが、大原湾の附着状況は極めて悪く、カキ殻 1 枚当り平均 1 個体、ホタテガイ厚板 1 枚当り平均 15 個体の附着をみたに過ぎない。この現象は本調査において大型カキ幼生の分布量が、大原湾に少なかったことにも一致している。これは、この水域のカキの産卵量と関連づけるよりも、この水域の塩素量が比較

的高いことから、ここで発生したカキ幼生が水道部を通過する沖合水によつて湾外に運び出され、湾の小さいことも相俟つて、湾の周辺部にカキ幼生が蓄積・生育できる機構を形成できなかったことに原因があると思われる。

以上、本調査から 1960 年度の仙台湾北部水域のカキ幼生の分布と環境について、一般的傾向を知ることが出来たが、内湾の地理的条件がカキ幼生の蓄積・生育更には附着に大きな影響をもっていることが窺われる。

要 約

- (1) カキ幼生が最も多く出現する 1960 年 8 月 3 日、仙台湾北部水域のカキ幼生の分布と環境調査を行った。
- (2) カキ幼生は全調査点に出現したが、離岸約 10mile の地点では分布量は極めて少ない。
- (3) カキ幼生は一般的には幼生の発生地である各内湾附近を中心に沖に向かって拡散しているが、カキ幼生の発育段階が進むに従つてその分布の中心は各内湾とも湾内から湾口の周辺部に移動する傾向がある。
- (4) 1960 年度の仙台湾に臨む各内湾の種ガキ採苗結果は、各内湾の地理的条件と沖合水の影響によつて、その湾の周辺部にカキ幼生を蓄積・生育させる機構を形成したかどうかによつて左右されたように思われる。

文 献

- 1) 佐藤重勝・菅野 尚・菊地省吾 (1960) : 松島湾の種ガキ採苗期に於ける低塩分水・赤潮及びカキ幼生について。東北水研報告 (16)。
- 2) 菊地省吾 (1960) : 松島湾におけるカキ幼生の分布に関する考察。東北水研報告 (16)。

サケ卵発生中のビタミン A および カロチノイドの変化※

山 村 弥 六 郎
武 藤 清 一 郎

CHANGE OF VITAMIN A AND CAROTENOIDS DURING DEVELOPMENT OF THE SALMON EGGS

By

Yarokuro YAMAMURA and Seiichiro MUTO

This report deals with the change of vitamin A and carotenoids, especially astaxanthin in the eggs of the Pacific salmon (*Oncorhynchus keta*) in the course of development.

The samples were brought to the laboratory in living state from Ōtsuchi hatchery (Iwate prefecture) and analysis were made on the contents of dry matter, total nitrogen, lipids, vitamin A and astaxanthin.

Vitamin A and its homologues were separated by means of the gradient elution chromatography which was presented by PLACK et al¹¹⁾.

Astaxanthin was chromatographed on cellulose powder being eluted with petroleum ether containing 10 per cent of acetic acid, then the extinction of 505 mμ wave length was measured (in CS₂) using HITACHI's EPU-II type spectrophotometer.

The results are summarized in Tables 1 and 2.

1. Vitamin A existed in ester form before fertilization and soon after the fertilized eggs contained about 2 i.u. of it per egg, and it was consumed but little during hatching — in the hatching stage, the vitamin is contained mainly in the yolk sack—, but a sudden drop of the amount was observed when the yolk sack was absorbed completely (when it just became the larval stage).

2. The ester form of the vitamin A changes to alcoholic form in the process of the development and at the final stage there remained only the ester form of vitamin A (Fig. 3).

3. The amount of vitamin A consumed by the development was about 1 i.u. per an individual.

4. The content of astaxanthin was about 1.6 γ per egg and it dropped slowly from yolk to embryo and then to larva, but its consumption was not so large as vitamin A.

5. Vitamin A aldehyde was not recognized in this experiment.

6. Analytical data of the general composition of the salmon eggs and those of the lipids are tabulated in Table 3.

魚卵の発生過程における諸変化は半固態系内の変化であり、卵膜を透しての水分および無機塩類の出入はあるにしても、蛋白質・脂質・糖質・有機磷・ビタミン A およびカロチノイド等は一応出入しないと考えられるので、その変北の成行を追及することは生化学上極めて興味あることである。

サケ科の卵は人工フ化も行われ、任意の発生段階の試料が得られ易いので、研究例が多く、MAYES¹⁾ が大西洋産サケ (*Salmo salar*) について発生中の水分量・蛋白質・脂肪・吸収残渣・酸素消費量の変化を研究したので始めとして、わが国でも須山・荻野²⁾³⁾、須山⁴⁾、小野・永山⁵⁾ の諸氏がこの方面の研究をしている。

サケ卵の鮮やかな色彩はアスタキサンチンであつて、GLOVER, MORTON 及び ROSEN⁶⁾ はその発生中のアスタキサンチン・コレステリンおよびリピンの変化について研究しているが、ビタミン A の変化については触れていない。

著者は生長ビタミンと云われるビタミン A およびこれの近縁物質が魚卵の発生過程においてどんな役割を演ずるものかを知るために、太平洋産サケ (*Oncorhynchus keta*) を試料とし、この未受精卵および各種発生段階にある胚胎および仔魚について、水分量、全窒素量、脂質、ビタミン A、アスタキサンチンその他卵の一般成分を分析し、とくにビタミン A はフ化以前においては殆んど変化しないが、フ化後サイ嚢吸収の段階において急激に消耗すること、またビタミン A は発生初期にはエステル型が殆んどであるが、発生が進むにつれてアルコール型が増し、フ化終了期に近づくとき再びエステル型が残存するビタミン A の大部分を占めることを知つた。

依つてここにその大要を報告する。

実 験 I

(I) 試料および方法

実験の試料は岩手県大槌川で 1957 年 12 月に採取した。

受精卵は大槌町鮭鱒人工孵化場においてフ化 (水温 8~10°C) し、適当な時期に研究室に持ち帰り分析した。

脂肪の抽出は供試卵 100 粒 (約 30g) を無水芒硝と共に精製エーテルにて数回抽出を繰返し、更にエーテル・エタノール (1:1) にて 1 昼夜浸出したのち、両抽出液を合せて総脂質と見做した。

更にアセトン可溶部と不溶部とに分けた。

ビタミン A は総脂質をケン化し、弱活性化アルミナ (メルク製アルミナを 10% 水分を加えて失活) にてクロマトを行い、ビタミン A アルコール区分を分離し、 SbCl_3 にて呈色、 $620\text{m}\mu$ の吸収を測定した。

カロチノイドについてはアルミナクロマトを行つたが、吸着塔の頂部は赤色の吸着帯を示し、エーテル及びメタノールでも溶出せず、この色素は後述するように、酢酸・エタノールで溶出し、吸収極大は $500\sim 505\text{m}\mu$ (CS_2 中) に認められた。更に粉末ろ紙でクロマトを行つて見ると、石油エーテル (b.p. $40\sim 60^\circ\text{C}$) では溶出せず、アセトンを 10% 以上含む石油エーテルで溶出し、吸収極大が $470\sim 475\text{m}\mu$ (石油エーテル中) にあり、アスタキサンチンと考えられた⁷⁾。

今回の測定においては実験の都合上、クロマト前の $505\text{m}\mu$ (CS_2 中) とクロマト後の溶出部 (メタノール溶出部) の $505\text{m}\mu$ (CS_2 中) の差を以てアスタキサンチンの吸収と見做し、

$$E_{1\text{cm}}^{1\%} = 1750 (\text{CS}_2)$$

で計算した。

尚、卵の発生中の固形物量 (100°C にて加熱乾燥) および全窒素量 (ケルダール法) の変化を測定した。

(II) 結果

同一親魚より得られた卵については追跡出来なかつたが、その測定結果は第 1 表に纏めて表示した。

Table 1. Chemical analysis of the salmon eggs during development

No.	Developmental Stage	Date of Sampling	Weight of individual		Total Nitrogen %	Lipids (mg)			Vitamin A i.u./indv.	Astaxanthin γ /indv.
			Wet mg	Dry mg		Total	Acetone soluble	Acetone insoluble		
1	Unfertilized egg	1957 Dec. 8	236				17.3		1.7	1.5
2	"	"	281				17.8		0.8	1.7
3	"	"	295				17.3		1.5	1.4
4	"	"	284	125	8.5	28.4	18.5	9.9	1.9	1.9
5	Fertilized egg	"	301	108	9.8	24.6	16.3	8.7	1.9	1.5
6	Eyed egg 7 days befor hatching	?	264	105	10.6	24.3	19.1	5.2	1.6	1.6
7	Sac fry (Total)	1958 Feb. 5	245	98.7	9.9	25.4	18.9	6.5	1.6	1.8
"	(7 days after hatching) (Embryo)		48	6.7	11.5	1.5	1.1	0.4	0.0 ₄	—
"	(Yolk)		197	92.0	9.6	23.9	17.8	6.1	1.6	1.8
8	Sac fry (Total)	Feb. 15	267	—	—	27.5	21.5	6.0	2.3	1.7
"	(Ca. 1/3 yolk was absorbed) (Embryo)		65	—	—	2.4	1.5	0.9	0.1	0.0
"	(Yolk)		202	—	—	25.1	20.0	5.1	2.2	1.7
9	Sac fry (Total)	Feb. 27	334	93.4	8.9	28.6	20.5	8.1	2.2	2.3
"	(Ca. 1/2 yolk was absorbed) (Embryo)		164	29.8	10.7	3.6	1.7	1.9	0.1	0.2
"	(Yolk)		173	63.6	8.1	25.0	18.8	6.2	2.1	2.1
10	Fry*	?	413	61	10.6	16.1	11.7	4.4	0.8	0.4

(註) 6,8,10は同一親魚の卵ではない, 他は同一親魚の卵。

* 浮上後約10日目の仔魚で摂餌は殆んど認められない。

第1表から総括的に云えることは、未受精 (No. 1-4)・受精後 (No. 5)・発眼期 (No. 6)・フ化後 (No. 7) 1週間・サイ嚢 1/3 吸収期 (No. 8)・同 1/2 吸収期 (No. 9) を通じて、湿重量が僅かながら増加し、それに反して乾重量が稍々減少を示す以外は、全 N・リピド・ビタミン A・アスタキサンチンともに、とりたてて変化が見られないことである。

併し、サイ嚢が完全に吸収されて仔魚期 (No. 10) に入ると、リピド・ビタミン A・アスタキサンチンの急激な減少が見られる。湿重量の増加に反して乾重量も急激に減少しているが、全 N 量が減少していないのを見ると、それはリピドの減少に対応していると思われる。

湿重量の増加の原因は、未受精から受精卵に移る際に吸水の起ることはすでに知られ¹⁾、また フ化期においても外部からの餌料の吸収はないから、主として卵膜或は胚体膜を透しての水分の吸収によるものであろう。

フ化期の試料は解剖鉗を用いて丁寧に胚体とサイ嚢とを切り離して行つたのであるが、リピドおよびビタミン A 類は大部分サイ嚢中に存在して胚体に移行する部分は極く僅かであることがわかる。併し全窒素は当然のこと乍らサイ嚢からしだいに胚体へと移行してゆくのが認められる。

実 験 II

(1) 試料および方法

1959 年 12 月岩手県大槌川で採集したサケ卵について再び分析を行った。

試料は実験 I と同様に大槌町鮭鱒孵化場に依頼して、フ化し適当の時期に分析に供した。

試料採取の手違により、同一親魚から得られた卵を一貫して分析に供し得なかつたが、フ化からサイ囊完全吸収までは同一親魚から得た卵を使用した。

脂質の抽出は実験 I と異なり、石油エーテル (エタノール含) でホモジナイズしながら抽出し、残渣は更にエーテル中に一昼夜静置後抽出を行った。

ビタミン A の測定はアルミナを用いて Gradient elut on chromatography ⁸⁾ (G.E.C) を行い、ビタミン A エステルとアルコール区分を分画し更にビタミン A アルデヒドの存在を確かめたが A アルデヒドは確認出来なかつた。ビタミン A 画分は SbCl_3 によつて呈色後吸収測定を行った。

更に抽出脂質をケン化し、弱活性化アルミナでビタミン A アルコール区分を分画し、 SbCl_3 で呈色測定して、総ビタミン A 量とし、それと上記ビタミン A エステル定量値との差を以てビタミン A アルコールと見做した。

(2) 結果

実験の結果は第 1 図、第 2 図及び第 2 表に示す通りである。

Table 2. Chemical analysis of the salmon eggs during development.

No.	Developmental stage		Wet weight mg	P. E. and Ether extratives mg	Vitamin A i.u./indiv.			Astaxanthin γ /indiv.		
					Total	Alcohol	Ester	Total	A**	B**
A	Unfertilized egg		274.1	21.5	1.22	—	1.22	0.70		
A'	Fertilized egg		305.0	25.6	1.03	—	1.04	0.75		
B	40 days after fertilization		289.9	25.8	1.20	0.53	0.67	0.50	0.42	0.08
C	39 days " "		306.9	23.0	1.16	0.45	0.71	0.60	0.42	0.55
D	56 days (Total)		277	25.6	1.54	1.23	0.31	0.61	0.56	0.05
	(Embryo)		85	2.7	0.04	?	0.04	0.06	0.06	—
	(Yolk)		192	22.9	1.50	1.23	0.27	0.55	0.50	0.05
B	79 days (Total)		335	21.0	1.15	0.22	0.86	0.52	0.38	0.14
	(Embryo)		218	7.0	0.16	?	0.16	0.30	0.23	0.07
	(Yolk)		117.5	14.0	0.92	0.22	0.70	0.22	0.15	0.07
C	78 days (Total)		388	24.2	1.20	0.50	0.70	0.54	—	—
B'	96 days (Larva)		398	19.7	0.60	0.09	0.51	0.59	0.41	0.18
C''	95 days (Larva)		399	20.0	0.55	0.05	0.50	0.57	0.48	0.09
B''	131 days (Larva)		313	7.2	0.2*			0.40		
C'''	130 days (Larva)		337	7.0	0.2*			0.42		

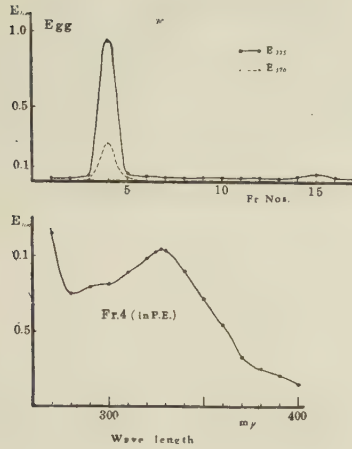
(注) * ケン化物をクロマトし A 画分を採つて定量

** A, B は吸収極大の位置は変らないが、吸収帯の流下速度が異なるもの。多分異性体であろう。

B > 1959-12-11 受精, 1960- 1-30 フ化

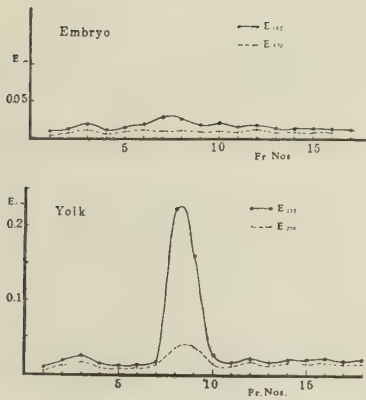
D 1959-11-25 受精, 1960- 1-10 フ化

* 濃度勾配溶出クロマト法



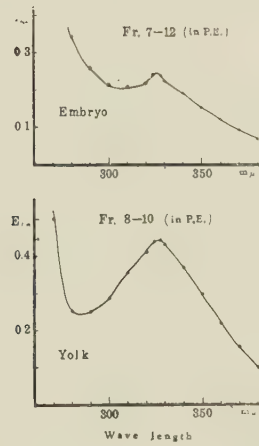
第 1 図 サケ卵脂質の G. E. C. 法による抽出曲線 (上) とフラクション 4 の吸収曲線 (下)

Fig 1. Extraction curves of lipids of the salmon eggs by means of the gradient elution chromatography (upper) and absorption curve of the fraction 4, showing the existence of vitamin A ester (Lower).



第 2 図 (a) サケの胚体およびサイ嚢脂質の G. E. C. 法抽出曲線

Fig 2 (a). Extraction curves of lipids of the embryo and yolk of the salmon by means of the gradient elution chromatography.



第 2 図 (b). 同上, フラクション 7-12 およびフラクション 8-10 の吸収曲線

Fig 2 (b). Absorption curves of the fraction 7-12 of the embryo and the fraction 8-10 of the yolk, showing the existence of vitamin A respectively.

第 1 図は受精後卵の抽出油について G. E. C 法による液体クロマトを图示したものである。同図に明かなようにビタミン A エステルが確認された。

不ケン化物定量値も同じ値を示した。

第 2 図は受精後 79 日の試料について、embryo および yolk に分けて抽出油の液体クロマトグラムを示したものである。

同図に明かなように、胚体・サイ嚢ともにビタミン A エステルの存在が認められる。

サケ卵の主なカロチノイドであるアスタキサンチンは弱活性アルミナを用いてクロマトを行うと、アルミナの頭部に赤色吸着帯として分離されるから、これを 2% 酢酸エタノールで溶出すると 2 層に分れて溶出される。この際先に溶出される主要部を A, 後から溶出される部分を B とする。

吸収極大は皆石油エーテルで 370~372m μ にあり、CS₂ では 505m μ に認められ、アスタキサンチンと同等とされる。

他に G.E.C. を行つた際、赤色吸着帯以外に、50% エーテル・石油エーテル若しくはエーテルにて溶出する黄色色素を認めるが、その吸収極大は下表の如くである。

	P. E. 中	CS ₂ 中
A (受精前)	(420), 450, 475	
A' (受精後)	430, 465, (480-90)	
B (40 日)	(425), 458, 480	
B' (131 日)	(426), 445, 470-2	475, 500
C (130 日)	448, 472	475, 500
ルテイン (文献値 ⁹⁾)	420, 447.5, 477.5	445, 475, 508

() は余り明瞭でないもの

この色素については詳しく検討を試みていないが、吸収極大およびクロマトグラムの状態よりみて、ルテインと判断される。

発生に伴う諸要素の測定結果は第 2 表にまとめて示した。

第 2 表に見るように、含油量は受精後 78 日までには殆んど変化がなくて、95, 96 日に至り、少々減少

Table 3. General composition of the salmon eggs.

No.	Condition	Weight of individ. g	Moisture %	Total nitrogen %	Lipids %	Crude ash %	Ca mg%	P mg%	Fe mg%
1	Unfertilized	0.236	56.5	4.35	(7.32)	0.95 (4.11)	314	620	10
2	"	0.282	53.0	4.00	(6.31)	1.58 (7.42)	190	890	25
3	"	0.296	55.0	4.40	(5.85)	0.85 (3.80)	470	700	14.6
4	Unfertilized	0.285	55.8	3.55	9.97	0.84 (3.70)	485	970	12.8
	Fertilized	0.301	64.0	3.25	8.18	0.84 (3.71)	148	1040	9.6
1	Defatted Oil	—	—	—	—	—	750 138	1530 ±	23.5 1.1

Analytical data of lipids of the salmon eggs

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	
				Unfertilized	Fertilized
Lipids (%)	(7.32)	(6.31)	(5.85)	7.97	8.18
Refractive index (n_D^{40})	1.4752	1.4750	1.4752	1.4753	1.4755
Unsaponifiable matter (%)	7.72	7.25	5.56	4.70	4.56
Vitamin A (i. n./100)	285	281	500	660	630
Astaxanthin (γ 100g)	64	61	48	67	50
Sterol (%)	—	—	—	2.38	2.16

(註) 定量法：水分・全N・粗灰分は常法による。脂質はアルコール・エーテルにて抽出、() はエーテルのみにて抽出せしもの。

Ca は蓂酸塩として過マンガン酸カリで滴定、P はモリブデン酸アンモン比色法、Fe は o-フェナンスロリン比色法。

粗灰分の () の数字および Ca, P, Fe は対乾物値である。

(B', C'') し、130, 131 日になると約 1/3 に減少 (B'', C'') する。

ビタミン A についても、78 日目までは殆んど減少がなく、96 日以降 1/2 以下に急減している。

油、ビタミン A ともに胚体に僅少で、サイ囊中に著しく高いことは、実験 I の時と同様である。

アスタキサンチン含量については、受精後漸次減少するが、ビタミン A よりは更にゆるやかに減少するようである。

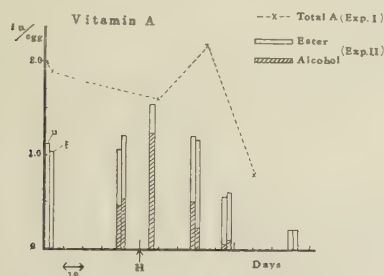
尚、サケ卵の一般分析及び卵油の分析を行つたので第 3 表に掲げる。

考 察

魚卵中にビタミン A が含まれていることは古くから知られ、K. P. COWARD¹⁰⁾ らはビタミン A 欠乏ネズミにマス卵 1 日 2 コを与えると成長を回復することを見ている。

最近 P. A. PKACK¹¹⁾ らはニシン卵において、そのビタミン A の生物学的効果が理化学的定量値の 7~10 倍上回ることから、ビタミン A アルデヒドの存在を発見した。

サケ卵についての一般成分特に脂質の代謝については幾つかの研究¹²⁾¹³⁾ が知られているが、ビタミン A の存在については明らかでなかつた⁶⁾¹³⁾。



第 3 図 サケ卵発生過程におけるビタミン A の変化

Fig. 3. Change of vitamin A of the salmon eggs during devehloplemt.

u unfertilized egg

f fertilized egg

H date of atching

今回の実験においてはサケ卵中におけるビタミン A の存在を明らかにし得た (第 1, 2 図)。

その消長について見ると、第 1 表および第 2 表の結果を第 3 図に示したが、全ビタミン A 量の変化はサイ囊が吸収されるまでは余り認められない。

サイ囊中には卵中のビタミン A の殆んど大部分が存在している。サイ囊吸収後の仔魚には卵の数分の 1 のビタミン A が含まれているに過ぎない。

受精前卵のビタミン A はエステル型であるが、フ化過程が進むにつれてアルコール型が増加し、サイ囊吸収後の仔魚では再び殆んどエステル型が残存ビタミン A の大部分を構成している。

鶏卵についての研究¹⁴⁾ によると、鶏卵中のビタミン A は大部分アルコール型であり、フ化中にエステル型が増加し、胎児の肝臓には更にエステル型が増すことを見

ているが、サケ卵の場合にははじめにエステル型で、フ化最中にアルコール型が増加し、仔魚になると再びエステル型が増加しており、鶏卵の場合とは若干異なっているように見えるが、どちらにしてもビタミン A アルコールは活性型とされているから、卵中のビタミン A もフ化時中の代謝に応じてエステル型からアルコール型に変わるものであろう。

魚卵中のビタミン A およびカロチノイドについての報告は少ないが、平尾ら¹⁵⁾ によると、ニジマス卵中のビオラキサンチンの含量は発眼率に関係するといっている。

サケ卵のビタミン A 及びアスタキサンチンがフ化時に際しどのような作用をするかは解らないが、サイ囊成分より仔魚の体成分を構成する際に消費されることは明らかである。

脂質はサイ囊吸収までに徐々に減少し、浮上後摂餌活動が活発になるに従つて急激に減少する。これは運動のエネルギーに消費されると考えられるが、ビタミン A の急激な減少とは時間的に多少のズレが見られる (第 2 表)。

小野・永山⁵⁾ はニジマスの脂質代謝について研究し、発生の初期には脂質は変化しないが、フ化後急速に減少し、また脂質の貯蔵は仔魚後期の摂餌時代に全組織に認められるようになる。之に反して、燐化合物は受精

後直ちに卵細胞に増加すること、又増加した鱗のタイプは有機鱗であつて無機鱗ではないことを見ている。

須山・荻野²⁾ はニジマス卵での研究により、全 N、エーテル抽出物、リピド等は浮上までに半減するが、エキソ-N は約 5 倍に増加する。フ化後エキソ-N が増加するのは、卵蛋白が筋肉蛋白に変化する際、非蛋白-N が何らかの役割を果しているためであろうとしている。このような浮上後急激に外部から栄養を吸収し得るように体構成物質が変わるわけであるが、この間の変化にビタミン A が関与していることが考えられる。このことを広義の生長と解釈すれば、ビタミン A は生長ビタミンであることに間違いがない。

そこで卵発生より仔魚となつて外部から食餌をとるまでに、1 個体当たりどれ位のビタミン A を消費するかというと、第 1 表および第 2 表の結果から勘案して約 1 i. u. を消費することが分つた。但し、アスタキサンチンをどれだけビタミン A に換算したらよいかは現在のところわからない。

魚卵中のビタミン A は母体から補給されるものであろうが、奏¹⁰⁾ の研究によると、フナに水溶性の A を経口的に投与すると卵巣中にも増加蓄積され、その後 1 日目位から減じはじめ、40 日位で旧に復するとしている。すなわち卵巣中の A は蓄積 A でなく、卵発生に必要な A だけが保持されるものであろう。

アスタキサンチンは GLOVER⁶⁾ らがサケ卵 (*Salmo salar*) で見ているように、フ化中の減少は甚だ少なく、フ化後しだいにサイ嚢より胚体に移行し、更に仔魚に移行する。この間ビタミン A に比してロスが少ない。このことは鶏卵中のカロチン¹⁷⁾・キサントフィル¹⁸⁾ がフ化中に代謝されないとされているのと似ている。

摘 要

1. サケ卵 (*Oncorhynchus keta*) の受精後発生過程においてビタミン A およびアスタキサンチンを分析した。
2. ビタミン A アルデヒドは認められなかつた。
3. 未受精および受精直後の卵には 1 個当たり約 2 i. u. のビタミン A エステルが含まれ、フ化中は A アルコールに一部変わり、フ化終了と共にエステル型が再び大部分を占めるようになる。
4. ビタミン A のフ化中の消耗は極く僅かな量であり、胚体に移行する量は殊に少なく、サイ嚢中に大部存在している。サイ嚢が吸収され浮上する時期に急激に消費され、その量は 1 個体当たり約 1 i. u. 程度である。
5. アスタキサンチンは 1 個当たり 1.6 γ 位含まれフ化時中卵黄→胚体→仔魚と移行するが、その際の消耗は著しくない。
6. サケ卵の一般成分および脂質を分析しその結果を表示した。

本研究を行うに際し多大の御援助を頂いた大槌町鮭鱒人工孵化場主任真岩高司氏、本文の御校閲を頂いた本研究所長木村喜之助博士および利用部長谷井潔博士に厚くお礼を申し上げる。

文 献

- 1) F.F. Hays : Biochem. J. **24** 735 (1930); **24** 723 (1930)
- 2) 須山三千三・荻野珍吉 : 日水学誌 **23** 785 (1958)
- 3) 荻野珍吉・須山三千三 : 日水学誌 **23** 227 (1957)
- 4) 須山三千三 : 日水学誌 **23** 789 (1958)
- 5) 小野豊樹・永山文男 : 東水大紀要 **45** 153-162 (1959)
- 6) M. GLOVER, R.A. MORTON and D.G. ROSEN : Biochem. J. **50** 425 (1952)
- 7) 金光庸俊・青江 弘 : 日水学誌 **24** 209 (1958)
- 8) 武藤清一郎 : 東北水研々報 **17**
- 9) P. KARRER & E. JUCKER : Carotenoids 203p (1950)
- 10) K.P. COWARD and J.C. DRUMMOND : Biochem. J. **16** 631 (1922)

- 11) P.A. PLACR, S.K. KON and S.Y. THOMPSON : *Biochem. J.* **71** 469 (1959)
- 12) E.R. HAYS and D.M. ROSE : *Proc. Roy. Soc. B.* (1937)
- 13) J.A. JOHNSTONE and F.R. HAYS : *Proc. N.S. Inst. Sci.* **20** 31 (1938-42)
- 14) D.B. PARRISISH, R.N. WILIAMS and P.E. SANFORD : *Arch. Biochem.* **34** 64-66 (1951)
- 15) 平尾秀一・山田充阿弥・菊地 嶺 : *日水学誌* **21** 240 (1955)
- 16) 秦 満夫 : 日本水産学会秋季大会(仙台), シンポジウム水産物とビタミン要旨 **19** (1960)
- 17) P. Suomalainen, *Soumenkemistileht*, **12B**, 30 (1939) [DEULE : *Lipids* III. **567** (1957)]
- 18) T.B. Mann, *J. Agr. Sci.* **36** 289-300 (1946)

従来各号末に掲載していた既刊の東北海区水産研究所研究報告及びこれ以外に発表された研究業績並びに東北海区水産研究所資源年報等の目次は、今後第 20 号・第 25 号……の様に 5 号毎につけることとする。

—東北海区水産研究所—
研究報告(第19号)

印刷発行 昭和 36 年 3 月 30 日

編 輯 東北海区水産研究所

印刷者 笹 氣 幸 助

笹氣出版印刷株式会社
仙台市堤通り 27

発行所 東北海区水産研究所

宮城県塩釜市東塩釜 電話 1260 番

